

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Letras
Programa de Pós-Graduação em Linguística

**A NASALIDADE VOCÁLICA NO PORTUGUÊS BRASILEIRO:
UMA INVESTIGAÇÃO AERODINÂMICA**

Raquel Araújo Medeiros

Belo Horizonte
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Raquel Araújo Medeiros

**A NASALIDADE VOCÁLICA NO PORTUGUÊS BRASILEIRO:
UMA INVESTIGAÇÃO AERODINÂMICA**

Dissertação apresentada ao Departamento de Pós-Graduação em Estudos Lingüísticos da Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Lingüística.

Área de Concentração: Lingüística Teórica e Descritiva.

Linha de Pesquisa: Organização Sonora da Comunicação Humana.

Orientador: Prof. Dr. Rui Rothe-Neves.

Belo Horizonte

Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais

2009

AGRADECIMENTO

Aproveito essa oportunidade para agradecer a algumas pessoas que contribuíram para o desenvolvimento dessa pesquisa. Sou extremamente grata aos professores do Departamento de Fonética da UFMG, em especial aos professores Doutores Rui Rothe-Neves e César Reis. Ao Rui Rothe-Neves, meu orientador, por me incentivar a trabalhar com o equipamento *Evaluation Vocale Assisté* (EVA), pelo apoio nos momentos de dúvida e pela convicção de que conseguiríamos. Ao César Reis, pela disposição em auxiliar no uso desse novo equipamento do Laboratório da Fonética. Obrigada por compartilharem comigo seus conhecimentos sobre o tema de nasalidade e por contribuírem para meu desenvolvimento profissional. Às professoras e fonoaudiólogas Camila Di Ninno e Marisa Viana pelo incentivo e exemplo de profissionalismo.

Agradeço também à minha maravilhosa família que me proporcionou o alicerce necessário para dar concretude a mais essa fase da minha vida, sempre presente e preocupada com o meu futuro. À família do Gustavo, amigos, colegas de trabalho, pacientes e alunos que me acompanharam no processo de pesquisa, pela compreensão, flexibilidade e companheirismo. Ao Gustavo pela enorme paciência e por guiar meus caminhos, me fazendo seguir em frente e me ajudando a vencer.

Meus agradecimentos também à FAPEMIG, pelo auxílio com a Bolsa de Estudos, ao Fundo de Pesquisa da Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais e aos indivíduos participantes da pesquisa.

RESUMO

A nasalidade é um termo utilizado para os sons da fala cuja principal característica articulatória é o rebaixamento parcial do palato mole, possibilitando a comunicação entre as cavidades oral e nasal. Devido a essa complexa interação entre os órgãos fonoarticulatórios, a caracterização da nasalidade é bastante difícil do ponto de vista acústico. Há diversos instrumentos capazes de obter dados sobre eventos da fala do ponto de vista articulatório, mas ainda pouco se sabe sobre a nasalidade vocálica. O presente estudo tem como principal objetivo descrever e comparar as características aerodinâmicas de vogais orais e nasais do Português de Belo Horizonte e, a partir de então, inferir algumas de suas características articulatórias. A pesquisa consiste em três experimentos realizados no Laboratório de Fonética da Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais. Realizou-se a gravação de amostras de fala de cinco indivíduos naturais de Belo Horizonte no equipamento EVA, sigla de *Evaluation Vocale Assisté* (“Avaliação Vocal Assistida”). Obtiveram-se, assim, aspectos espaciais e temporais das vogais nasais, orais e nasalizadas. A coleta de dados aerodinâmicos espaciais possibilitou a verificação da existência de uma relação entre altura da vogal e os aspectos: fluxo nasal, nasalância e volume de ar nasal. As vogais nasais altas tendem a possuir características espaciais de nasalidade mais intensas. Através dos aspectos aerodinâmicos temporais, verificou-se que as vogais nasais possuem maior duração do que suas correspondentes orais e que existem três fases durante a produção de uma vogal nasal: fase oral, transitória e nasal. Tal fato sugere que não haja uma correspondência, mas coordenação entre os movimentos dos articuladores orais e os do véu palatino. O contexto após a vogal parece influenciar nas características das vogais nasais, pois quando antecedente à consoante fricativa, as vogais possuem maior fluxo oral, fluxo nasal, nasalância, maior volume de ar nasal e ficam também mais longas em relação à vogal antecedente à consoante plosiva. Ao diferenciar as vogais nasais das vogais nasalizadas observou-se que as vogais nasais são mais intensas em suas características espaciais (fluxo de ar, volume e nasalância), já as vogais nasalizadas são mais suaves, porém mais longas em termos de nasalidade. Assim, supõe-se que a vogal nasalizada pertença a uma classe diferente da vogal nasal e oral, por apresentar características espaciais e

temporais bastante distintas e próprias. A partir dos achados expostos conclui-se que a análise aerodinâmica acrescenta fatos importantes para a caracterização da nasalidade e traz infecções articulatórias que podem não ser percebidas por outros meios de análise.

Palavras-chave: Aerodinâmica. Fonética. Nasalidade. Vogal.

ABSTRACT

The nasality is a term used to the sounds of speech which main articulatory feature is the partial lowering of the soft palate, allowing communication between the oral and nasal cavities. Due to the complex interaction between the speech organs, the characterization of nasality is very difficult in terms of acoustic. There are several tools to obtain data on the speech events in terms of articulation, but little is known about the vowel nasality. This study has as main objective to describe and compare the aerodynamic characteristics of oral and nasal vowels in Portuguese of Belo Horizonte and, thereafter, to infer some articulatory characteristics. The research consists of three experiments performed at the Laboratory of Phonetics of the Faculty of Languages from Federal University of Minas Gerais. Some speech samples of five native individuals were recorded by the EVA equipment, an acronym for *Evaluation Vocale Assisté* ("Vocals Assisted Evaluation "). Thus, spatial and temporal aspects of nasal vowels, oral vowels and nasalized vowels were obtained. The collection of aerodynamic spatial data allowed the determination of the existence of a relationship between vowel height and the aspects: nasal airflow, nasalance and nasal air volume. The high nasal vowels tend to have more intense spatial features of nasality. Through the aerodynamic temporal aspects, it was found that the nasal vowels are longer than their corresponding oral vowels and that there are three stages during the nasal vowel production: oral, transient and nasal. This suggests that there is not a match, but coordination between the movements of the articulators of the mouth and palate. The context following the vowel appears to influence the characteristics of nasal vowels because, when preceding fricative, the vowels have greater oral airflow, nasal airflow, nasalance, greater nasal air volume and are also longer compared to the vowel preceding plosive consonant. By differentiating the nasal vowels to nasalized vowels it was observed that the nasal vowels are more intense in their spatial characteristics (airflow, volume and nasalance) and nasalized vowels are smoother, but longer in terms of nasality. Thus, it is assumed that the nasalized vowel belongs to a different class from nasal and oral vowels, because they present their own and very different spatial and temporal characteristics. From the reported findings it was concluded that the aerodynamic analysis adds important facts for the

characterization of nasality and it also brings articulatory infections that can not be perceived by other means of analysis.

Key-words: Aerodynamics. Phonetic. Nasality. Vowel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A posição do véu palatino na produção dos segmentos orais (esquerda) e segmentos nasais (direita).	21
Figura 2 - Sinal de fala e espectrograma da palavra cata.	23
Figura 3 - Sinal de fala e espectrograma da palavra canta.	23
Figura 4 - Visualização dos formantes na produção da vogal oral /o/.	26
Figura 5 - Visualização dos formantes na produção da vogal /õ/.	26
Figura 6 - Visualização no sinal de fala e espectrograma da duração da vogal /i/ na palavra pita.	26
Figura 7 - Visualização no sinal de fala e espectrograma da vogal /ĩ/ na palavra pinta.	26
Figura 8 - Figura do equipamento EVA.	43
Figura 9 - Sinal de fala e espectrograma fornecido pelo EVA.	43
Figura 10 - Sinal de fala e aerograma fornecido pelo EVA.	43
Figura 11 - Espectrograma da vogal /i/ na palavra pita.	48
Figura 12 - Espectrograma da vogal /ĩ/ na palavra pinta.	48
Figura 13 - Aerograma da vogal /i/ na palavra pita.	49
Figura 14 - Aerograma da vogal /ĩ/ em pinta.	49
Figura 15 - Fluxo nasal médio das vogais orais e nasais (dm^3/s).	54
Figura 16 - Fluxo oral médio das vogais orais e nasais (dm^3/s).	54
Figura 17 - Volume médio de saída de ar nasal (dm^3).	55

Figura 18 - Duração total da vogal (ms).....	55
Figura 19 - Fluxos médios oral e nasal das vogais orais (dm ³ /s).....	56
Figura 20 - Fluxos médios oral e nasal das vogais nasais (dm ³ /s).....	56
Figura 21 - Nasalância média das vogais orais e nasais (%).....	57
Figura 22 - Duração total das vogais orais e nasais (ms).	59
Figura 23 - Duração proporcional da porção nasal da vogal (%).	60
Figura 24 - Duração relativa da parte oral da vogal nasal (%).	63
Figura 25 - Duração relativa até o pico de fluxo nasal (%).	63
Figura 26 - Duração da nasalidade após o término da vogal (ms).....	63
Figura 27 - Fluxo nasal médio das vogais nasais e orais nos experimento 1 e 2 (dm ³ /s).	66
Figura 28 - Volume médio de ar nasal das vogais nasais e orais nos experimentos 1 e 2 (dm ³).	66
Figura 29 - Nasalância média das vogais nasais e orais nos experimentos 1 e 2(%).	67
Figura 30 - Duração total das vogais nasais e orais nos experimentos 1 e 2 (ms). ..	68
Figura 31 - Duração proporcional da porção nasal da vogal nos experimento 1 e 2 (%).	69
Figura 32 - Duração relativa do trecho oral da vogal nasal nos experimentos 1 e 2 (%).	70
Figura 33 - Duração proporcional entre o início da vogal e o pico de nasalidade nos experimentos 1 e 2 (%).	71
Figura 34 - Duração da nasalidade após o término das vogais nasais nos experimentos 1 e 2 (ms).....	72

Figura 35 - Fluxo oral médio da vogal /a/ em diferentes contextos (dm ³ /s).	74
Figura 36 - Fluxo nasal médio da vogal /a/ em diferentes contextos (dm ³ /s).	74
Figura 37 - Nasalância da vogal (%).	74
Figura 38 - Volume de saída de ar nasal da vogal (dm ³).....	75
Figura 39 - Duração total da vogal (ms).	76
Figura 40 - Duração relativa da porção nasal da vogal (%).	77
Figura 41 - Duração proporcional da parte oral da vogal (%)......	77
Figura 42 - Duração proporcional entre o início e o pico de nasalidade da vogal (%).	78
Figura 43 - Duração proporcional da nasalidade após a vogal (ms).	79

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Anatomia e Fisiologia da Fala	19
2.1.1 O Acoplamento Oro - Nasal.....	19
2.2 Nasalidade	22
2.2.1 As Consoantes Nasais.....	22
2.2.2 As Vogais Nasais	23
2.2.2.1 <u>Estudos instrumentais</u>	24
2.2.2.1.1 Características Acústicas das Vogais Nasais	25
2.2.2.1.2 Características Articulatórias das Vogais Nasais	28
2.2.3 <i>Estudos Aerodinâmicos em Nasalidade</i>	30
2.2.3.1 <u>Técnica de Fluxo-Pressão</u>	31
2.2.3.2 <u>Descrições Lingüísticas Baseadas na Aerodinâmica das Vogais</u>	37
3. METODOLOGIA.....	42
3.1 Coleta de dados.....	44
3.2 Experimentos.....	44
3.2.1 <i>Experimento 1</i>	44
3.2.2 <i>Experimento 2</i>	46
3.2.3 <i>Experimento 3</i>	47
3.3 Análise dos dados:.....	47
3.3.1 <i>Variáveis Estáticas:</i>	50
3.3.2 <i>Variáveis Dinâmicas:</i>	51
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
4.1 Experimento 1.....	52

4.1.1 Aspectos Espaciais.....	52
4.1.2 Aspectos Temporais.....	59
4.2 Experimento 2.....	64
4.2.1 Aspectos Espaciais.....	65
4.2.2 Aspectos Temporais.....	68
4.3 Experimento 3.....	73
4.3.1 Aspectos Espaciais.....	73
4.3.2 Aspectos Temporais.....	75
5. CONCLUSÃO	81
6. RELAÇÃO DA BIBLIOGRAFIA	84
7. ANEXO	88

1. INTRODUÇÃO

Nasalidade é um termo utilizado para os sons da fala cuja principal característica articulatória é o rebaixamento parcial do palato mole, possibilitando a comunicação entre as cavidades oral e nasal. Esse fato traz importantes alterações nos modelos de pressão e de fluxo aéreo da fala, produzindo uma ressonância nasal em consoantes e vogais. Tal termo é utilizado, portanto, para caracterizar os sons da fala que apresentam ressonância nasal em sua produção. A nasalidade pode ser percebida tanto em vogais quanto em consoantes e sua presença tem sido representada fonologicamente pelo traço distintivo [+ nasal] na maioria dos modelos (Chomsky & Halle, 1967; Clements & Hume, 1995; Ladefoged, 2005). Nesta dissertação, o enfoque se restringirá ao fenômeno da nasalidade vocálica. A fim de introduzir o tema, apresentam-se a seguir aspectos da descrição fonético-fonológica de vogais nasais, especialmente relativos ao Português Brasileiro.

A nasalidade vocálica não é uma característica presente em todas as línguas românicas, apenas em Francês, Português – as principais -, Romeno-Macedônio e Provençal. Outras línguas que apresentam vogais nasais são Frísio, Africanos, Albanês Gheg e Gujarati, por exemplo. A nasalidade vocálica apresenta duas manifestações estruturais. Uma delas ocorre no Francês e é chamada por Câmara (1984) de nasalidade pura da vogal. A partir de então, surgem as vogais médias de primeiro grau (/ɛ/ e /ɔ/), as médias de segundo grau (/o/ e /e/) e as vogais altas (/u/ e /i/). O segundo tipo de nasalidade vocálica é o que ocorre no Português, resultante, segundo o autor, do contato da vogal com a consoante nasal adjacente. No Português há sete vogais partindo da posição tônica (Câmara Jr., 1970) e, segundo tal classificação, a vogal /a/ encontra-se no vértice mais baixo de um triângulo de base para cima, pois, durante a produção desse fonema, não há levantamento da língua, sendo essa vogal classificada como baixa. A articulação da parte anterior, central e posterior da língua dá a classificação articulatória de vogais anteriores, centrais e posteriores. O número de vogais na língua portuguesa reduz-se a cinco diante da presença de

consoante nasal na sílaba seguinte. Tal posição elimina as vogais médias de primeiro grau e torna a vogal baixa central levemente posterior, o que auditivamente imprime um abafamento do som (Câmara, 1984).

Ainda no Português, Câmara (1970) distingue a nasalidade transmitida por uma consoante nasal a uma vogal da mesma sílaba daquela transmitida por uma consoante que se encontra na sílaba seguinte. No primeiro caso, há um valor distintivo, o que não ocorre quando consoante e vogal estão em sílabas diferentes. Moraes (1997) resume as características das três manifestações da nasalização vocálica: nasalidade fonêmica (vogal nasal), nasalidade alofônica (vogal nasalizada) e nasalidade coarticulatória ou regressiva. A primeira, nasalidade fonêmica, origina-se do espalhamento regressivo do traço [+ nasal] de uma consoante nasal tautossilábica que desaparece posteriormente, como ocorre em *canta*. A segunda, nasalidade alofônica, ocorre quando ainda existe a consoante nasal na posição de ataque da sílaba que segue a vogal nasalizada, como em *cama*. Entretanto, esse tipo de nasalização ocorre apenas em sílabas tônicas. Quando em sílabas átonas, o grau de nasalidade é auditivamente menor ou até mesmo ausente, como ocorre em “*camada*”. Para distinguir esse terceiro potencial tipo de nasalização, o autor adotou o termo nasalização coarticulatória ou regressiva. O autor acrescenta que é possível formar pares mínimos de sílabas átonas derivadas de sílabas tônicas alofonicamente nasalizadas ao se adicionar o sufixo - *inho* e compará-las às vogais nasalizadas em posição pré-tônica, como em *c[a]minha* e *c[ã]minha*.

Em uma proposta sugerida por Câmara (1984), a vogal nasal é vista como um grupo de dois fonemas que se combinam na sílaba - vogal e elemento nasal. O elemento nasal é responsável pelo travamento da vogal. Tal elemento consonântico se esvai, tornando-se, então, distintiva a nasalidade que, em consequência dele, envolve a vogal. O autor argumenta em favor de uma consoante nasal subjacente a partir de três fatos. O primeiro é a ausência de crase ou degeminação entre vocábulos, como se observa no exemplo: *lã azul*. O segundo é a realização exclusiva de /r/ forte após a vogal nasal, como nas palavras “*genro*” e “*honra*”. Esse fato acontece apenas quando a sílaba é fechada

por consoante. Por último, não existem hiatos nasalizados; a nasalidade que envolve a vogal desaparece ou o elemento consonântico se desloca para frente, como em bom/boa e valentão/valentona. Para Câmara (1984), a consoante nasal subjacente é indiferenciada quanto ao ponto de articulação, sendo labial, dental velar ou palatal, de acordo com a consoante seguinte. Por essa razão, o autor considera a consoante nasal um arquifonema /N/, simbolizando a neutralização dos seus traços articulatórios, quando em final de sílaba.

Outra proposta deriva da fonologia articulatória (FAR), que tem como unidade básica o gesto, sendo ele definido por dimensões espaciais e temporais. As dimensões espaciais incluem variáveis que referem tanto à localização quanto ao grau de constricção. Os gestos individuais se combinam para formar combinações maiores, chamadas constelações de gestos. A dimensão temporal é dada pela dinâmica do gesto ao longo do tempo, através dos marcos gestuais que a representam. A descrição em relação à vogal nasal postulada pela fonologia articulatória é que o gesto de abertura vélica começa depois do início do gesto vocálico e termina depois de seu fim. A presença de nasal intrusiva depende da sobreposição entre o gesto consonantal seguinte e os gestos vocálico e vélico (Albano, 1999). Albano (1999) sugere que a abertura vélica seja mais lenta que o movimento labial, explicando, dessa forma, as características acústicas encontradas em seu estudo.

Vê-se, portanto, que um mesmo fenômeno – a nasalidade vocálica – tem sido compreendido de maneiras distintas. Supõe-se que mais e melhores informações sejam necessárias a fim de permitir o melhor conhecimento do fenômeno e, assim, a opção por uma explicação como sendo a mais plausível. Este tem sido o papel desempenhado pela fonética instrumental, ao permitir a obtenção de dados mais objetivos do que a descrição de oitiva. Orientados pelo foneticista, diversos instrumentos podem ser utilizados para se obter dados de eventos da fala, sendo a mais utilizada a análise acústica.

Entretanto, apesar da possibilidade de ser reconhecida pelo ouvido humano com facilidade, a caracterização acústica da nasalidade é bastante difícil, por representar uma das mais complexas e intrigantes interações das estruturas

do trato vocal (MAEDA, 1993). As características das vogais nasais do Português Brasileiro foram discutidas do ponto de vista acústico em pesquisas como a de Jesus (1999) e Seara (2000). Sousa (1994) usa os parâmetros acústicos da fala encontrados em seu estudo para estimar importantes características articulatórias das vogais nasais. A análise acústica da fala, entretanto, não é tão simples se um som é nasal. Segundo Ladefoged (1996), a técnica de análise do Coeficiente Previsor Linear (LPC), amplamente utilizada por foneticistas para determinar o espectro de um som, não é confiável para análise das vogais nasais. Isso ocorre devido ao fato de que a análise LPC modelaria um espectro utilizando apenas pólos e, para as vogais nasalizadas, a presença de zeros, ou antiressonância, é característica.

Além das variações acústicas, contudo, os sons nasais também podem ser estudados a partir de suas características aerodinâmicas e articulatórias. Em relação à aerodinâmica, vários fatores são descritos para diferenciar consoantes nasais de orais, como o grau de abertura do véu palatino e os níveis de fluxo e pressão das cavidades oral e nasal, verificados já no estudo de Warren & Dubois (1964), porém pouco se sabe da relação entre as vogais, sobretudo em línguas latinas. Examinando a aerodinâmica das vogais nasais do Francês, Delvaux et. al. (2008) acrescentam que a forma exata em que a nasalização é foneticamente realizada vai além das especificações fonológicas para o traço [+ nasal], pois envolve também características relacionadas ao segmento e às combinações desses com outros segmentos da fala.

Considera-se, dessa forma, a necessidade de serem realizados estudos mais detalhados, que comparem as características aerodinâmicas das vogais nasais com as das demais vogais do Português Brasileiro. A relevância da realização deste estudo está no fato de que, apesar de existirem trabalhos caracterizando as vogais nasais e as diferenciando de suas respectivas vogais orais, ainda não existe um estudo que leve em consideração as características aerodinâmicas dessas vogais. Nesta pesquisa procurou-se verificar:

- 1 Como as vogais do Português Brasileiro se diferenciam em termos aerodinâmicos?

2 Quais características articulatórias são inferidas a partir de dados aerodinâmicos?

O presente estudo tem como principal objetivo verificar e comparar as características aerodinâmicas de vogais orais e nasais do Português de Belo Horizonte. Dessa forma, procura-se:

Descrever as principais características aerodinâmicas das vogais nasais utilizando o fluxo aéreo oral e nasal, bem como a nasalância como principais parâmetros.

- Diferenciar as vogais orais de suas correspondentes nasais.
- Diferenciar as vogais entre si.
- Descrever a dinâmica da nasalidade em vogais nasais.
- Estimar características articulatórias das vogais a partir dos dados aerodinâmicos obtidos.

O estudo torna-se importante devido à possibilidade de estimar com maior precisão as características articulatórias típicas das vogais nasais, como o comportamento do véu palatino durante a emissão de tais vogais.

Além disso, faz-se necessária a realização de estudos que visem caracterizar as vogais nasais do Português de Belo Horizonte, já que os achados acústicos encontrados em pesquisas como a de Sousa (1994) e a de Seara (2000) não envolvem esse dialeto e podem ser encontradas algumas diferenças entre dialetos devido à existência da variante geográfica na língua.

O presente estudo apresenta, em seguida a esta introdução, uma revisão de literatura contendo uma sucinta explicação sobre a anatomia e a fisiologia da fala, seguida de uma apresentação mais detalhada sobre as principais características da nasalidade relatadas em estudos Brasileiros e internacionais.

Na seção de anatomia e fisiologia da fala, inseriu-se um subitem sobre o acoplamento oro - nasal devido à grande importância dos gestos articulatórios

envolvidos na produção da nasalidade e, portanto, para este estudo. Já a seção sobre nasalidade traz como subitem uma divisão entre as consoantes e vogais nasais. O enfoque é dado às características das vogais nasais e aos principais estudos instrumentais sobre o tema. Apesar de conter estudos instrumentais, o subitem das características aerodinâmicas da nasalidade foi separado do subitem anterior por apresentar alguns dados sobre consoantes, embora o enfoque também tenha sido dado às vogais.

Consta do terceiro capítulo a metodologia utilizada para esta pesquisa, em que são detalhados a forma de seleção e o número de sujeitos participantes, bem como o local de realização do estudo e os materiais utilizados. Os passos para a coleta e análise dos dados são elucidados em itens, sendo esses os mesmos para todos os experimentos. Os três experimentos realizados são detalhados separadamente devido aos objetivos e os corpora serem diferentes para cada um deles.

Os resultados obtidos em cada experimento são apresentados e discutidos separadamente, buscando responder claramente às perguntas que os nortearam e, por fim, a conclusão é exposta no quinto capítulo. Do último capítulo constam as referências bibliográficas utilizadas neste estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para melhor compreensão da nasalidade procura-se, a seguir, expor fatos sobre a anatomia e a fisiologia relacionados ao processo de produção da fala, bem como as principais características das vogais e consoantes nasais encontradas no Português.

2.1 Anatomia e Fisiologia da Fala¹

Para a produção da fala, utilizamos vários órgãos que não têm a fonação como função primária. Esse processo é dado pela junção de três sistemas: o sistema respiratório, composto por pulmões, músculos pulmonares, brônquios e traquéia; o sistema fonatório, formado pela laringe; e o sistema articulatorio, que abrange a faringe, os lábios, a língua, o nariz, o palato, os dentes e a mandíbula.

O sistema respiratório localiza-se na região inferior à glote, chamada de cavidade infraglotal. No sistema fonador está a glote, onde ficam as pregas vocais. Já os articuladores se encontram a partir da glote, inclusive, predominantemente na região denominada supraglotal. Esses três sistemas caracterizam o aparelho fonador.

A voz humana é produzida pelo mecanismo aerodinâmico egressivo², ou seja, durante o processo de expiração. O ar, ao ser conduzido para fora dos pulmões, passa pela região da laringe onde estão as pregas vocais. Essas se fecham e vibram com a passagem do ar produzindo um som, que gera a energia acústica para a produção da fala. Tal som, do ponto de vista acústico, é chamado frequência fundamental.

¹ Para maiores informações o leitor interessado poderá consultar Hollinshead (1980) e Cagliari (1981).

² Nas línguas humanas encontram-se sons produzidos também pelos mecanismos ingressivo e cliques, que possuem classificação própria no Alfabeto Fonético Internacional.

Ao passar pelo conduto vocal, o som forma harmônicos, múltiplos inteiros da frequência fundamental. À medida que a frequência dos harmônicos aumenta, sua intensidade diminui. Antes de chegar ao meio externo, a energia acústica é alterada devido às caixas de ressonância presentes no conduto vocal: laringe, cavidade oral e nasal. O som, ao passar pelos articuladores presentes na região bucal, sofre modificações importantes para a produção de vogais e consoantes.

Aqueles articuladores capazes de se moverem e assim modificarem as configurações da cavidade onde estão situados são chamados articuladores ativos. São: lábios, língua, véu palatino e pregas vocais. As partes fixas são os articuladores passivos.

2.1.1 O Acoplamento Oro - Nasal

A cavidade oral é conectada à nasal pelo orifício ou ístimo orofaríngeo. O palato desempenha um papel fundamental na separação das duas cavidades, podendo ser dividido em duas partes: palato duro e palato mole. Os movimentos de elevação e posteriorização do palato mole, em geral, fazem com que este atinja a parede posterior da faringe, separando a cavidade oral da cavidade nasal (Figura 1) e, assim, o som vindo da laringe passa unicamente pela boca, produzindo sons orais.

Além do palato mole, a face dorsal da língua, as paredes laterais da faringe e os arcos palatoglosso e palatofaríngeo contribuem para o fechamento do orifício orofaríngeo. O processo de abertura e fechamento do orifício é chamado “mecanismo velofaríngeo” e esse envolve a ação de diversos músculos, sendo o principal o músculo levantador do palato (levator palatini). Outros músculos envolvidos são: tensor do palato, constritor superior da faringe, palatoglosso, palatofaríngeo, salpingofaríngeo e o músculo da úvula.

A abertura do orifício orofaríngeo possibilita uma ligação entre as cavidades oral e nasal (Figura 1). Dessa forma, a cavidade nasal funciona acusticamente como uma espécie de câmara de ressonância para os sons da fala, pois o fluxo do ar passa através dela de forma auditivamente perceptível e, assim, são produzidos os sons nasais.

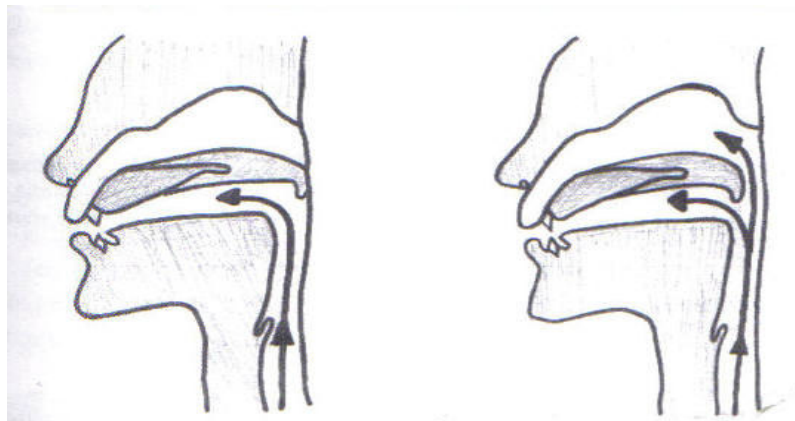


Figura 1 - A posição do véu palatino na produção dos segmentos orais (esquerda) e segmentos nasais (direita).

Fonte - SILVA, 2001. p.29

Linguisticamente, o mecanismo velofaríngeo é utilizado para distinguir os segmentos orais dos nasais. Dessa forma, o palato mole precisa estar efetivamente fechado para a produção dos fonemas orais e suficientemente aberto para produção dos fonemas nasais. Porém, diversas posições vélicas intermediárias à abertura e ao fechamento podem ser verificadas na produção dos sons da fala.

Segundo Bell-Berti (1993), o véu palatino assume várias posições para a produção de diferentes tipos de segmentos, devido às variações de suscetibilidade à nasalidade inerente a cada um deles. Assim, o véu palatino estaria em sua posição mais baixa para a produção de consoantes nasais. O mesmo ficaria um pouco mais alto para a produção de vogais nasais e mais alto ainda para as vogais orais, sendo mais alto para as vogais altas do que para as baixas. As vogais nasais médias estariam em uma posição mediana, entre as vogais altas e baixas. Por último, com uma posição de véu palatino ainda mais alta, seriam produzidas as consoantes obstruintes orais. Os autores comentam que as diferenças nas posições vélicas entre vogais altas e baixas têm sido atribuídas a dois fatores: ao movimento de elevação do véu palatino através da força de contração do músculo levantador palatino, refletindo nos potenciais eletromiográficos do músculo e, também, ao rebaixamento do véu palatino pela contração do palatoglossos, o que estreitaria o ístimo orofaríngeo para vogais

abertas, e à resistência desse músculo ao alongamento durante a articulação de vogais baixas.

2.2 Nasalidade

Como mencionado anteriormente, a nasalidade pode ser percebida em vogais e consoantes. Este capítulo faz uma sucinta caracterização da nasalidade em consoantes e, em seguida, são apresentadas as principais características das vogais nasais através da descrição de estudos sobre o tema que utilizaram diferentes métodos de investigação.

2.2.1 As Consoantes Nasais

Na produção de consoantes nasais, a corrente de ar é bloqueada na cavidade bucal e, devido ao rebaixamento do palato mole, o fluxo de ar é desviado para as cavidades nasais (Cagliari, 1981).

Alguns definem as consoantes nasais como oclusivas nasais, estabelecendo como oclusivos todos os sons que apresentam uma obstrução completa da corrente de ar dentro da cavidade bucal. O ponto de oclusão da cavidade oral define a consoante produzida: com o fechamento dos lábios, produz-se a consoante /m/; com a oclusão feita na região dos alvéolos, /n/; no palato, /ɲ/ e no véu palatino, /ŋ/. A diferença articulatória entre oclusivas e nasais é a passagem contínua de ar pela cavidade nasal. Além disso, segundo Ladefoged & Maddieson (1996), na maioria das línguas, todos os segmentos nasais são produzidos com vibração modal das pregas vocais, ou seja, são vozeados.

O fato de o ar passar livremente pela cavidade nasal torna as consoantes nasais semelhantes às vogais, podendo ser observada na análise acústica a presença de formantes, característica típica de vogais. Mas, devido ao escape de ar nasal, as características desses formantes são bastante diferentes. Na produção de consoantes nasais, como a energia dos formantes não pode escapar pela cavidade oral devido à obstrução, eles retornam ao trato vocal cancelando

energias correspondentes que ali estavam. O resultado é a subtração dos formantes e a formação de anti-formantes.

Outro fator que diferencia as oclusivas das nasais é a transição do formante da vogal antes da oclusão (Figura 2 e Figura 3). Em geral, o véu palatino é aberto antes da oclusão oral, o que altera a vogal anterior. (Silverman, 2006)

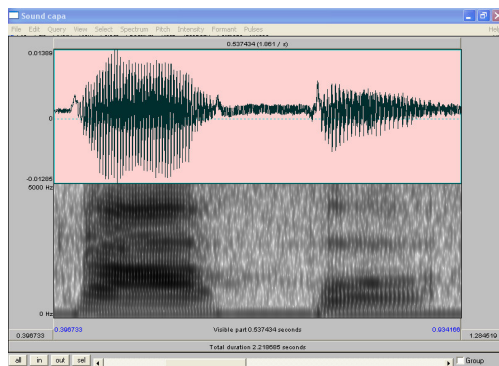


Figura 2 - Sinal de fala e espectrograma da palavra cata.

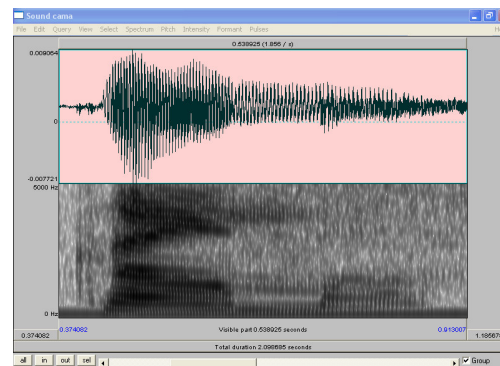


Figura 3 - Sinal de fala e espectrograma da palavra canta.

Durante a produção da consoante nasal, a estrutura dos formantes vindos da cavidade nasal possibilita a percepção de que o som é nasal e a escala das frequências dos anti-formantes nos dá informação sobre a oclusão oral, o que possibilita a discriminação das consoantes (Silverman, 2006).

2.2.2 As Vogais Nasais

A vogal difere-se da consoante por ser verbalizada por meio de um som produzido por ressonância bucal em que a corrente de ar passa livremente pela cavidade oral.

A produção das vogais nasais ocorre sem oclusão no trato oral, como nas vogais orais, porém, com o abaixamento do palato mole, o som irradia-se simultaneamente pela boca e pelas narinas. O abaixamento do véu altera a configuração da cavidade oral e, assim, as características acústicas das vogais nasais em relação às orais. Como consequência de fenômenos de coarticulação, a qualidade vocálica das vogais nasais também é diferente da qualidade vocálica das vogais orais correspondentes.

A forma em que a nasalização é foneticamente realizada envolve também características relacionadas ao segmento e combinações desses com os segmentos adjacentes. A altura da vogal, por exemplo, é uma característica importante do segmento. A existência, já documentada, da relação entre altura da língua e altura do véu nas vogais fonologicamente orais foi recentemente discutida, em termos de suas características aerodinâmicas, por Delvalux et. al. (2008). Segundo os autores, em contexto oral, as vogais altas são produzidas com maior força de fechamento velofaríngeo do que as vogais baixas. Em contexto nasal, as vogais altas são geralmente realizadas com menor abertura velofaríngea do que as baixas.

Anteriormente, Ohala (1975) já havia proposto que a principal razão para a relação entre altura de língua e altura velar é acústico-perceptual, pois as vogais baixas precisam de maior abaixamento velar e maior quantidade de nasalização para serem percebidas como nasais. Porém, essa relação não foi considerada um traço universal por Delvaux et.al. (2008), que suspeitam que outros fatores possam intervir na realização das vogais orais, particularmente em contexto nasal.

O contexto fonético em que o segmento está inserido também influencia na forma em que o mesmo será produzido, pois os sons em uma palavra costumam interagir, compartilhando suas características. Como sabemos, diferentemente do sistema alfabético, onde escrevemos uma letra para cada som, na fala a separação de fonemas específicos para cada som não é possível. O som pode adquirir diferentes características em diferentes ambientes de forma que, se trocarmos um som por outro em uma palavra, todo o sistema será modificado. Essa interação sonora pode ser bastante observada na presença de uma vogal nasal, que assimilou a nasalidade vinda de uma consoante que vem depois.

2.2.2.1 Estudos instrumentais

Apesar de a nasalidade ser reconhecida facilmente pelo ouvido humano, sua caracterização é bastante difícil devido à complexa interação entre estruturas do trato vocal. Para melhor compreender esse fenômeno, vários instrumentos têm sido utilizados, permitindo a obtenção de dados objetivos sobre o tema. Alguns

estudos serão descritos a seguir com o intuito de levantar as principais características das vogais nasais.

2.2.2.1.1 Características Acústicas das Vogais Nasais

Do ponto de vista acústico, todas as vogais são originadas de um mesmo som produzido pela glote que, ao ser propagado, é diferenciado de acordo com as constrictões realizadas na região da laringe e na cavidade oral. O comprimento do trato vocal, a localização da constrictão e a quantidade de estreitamento são fatores que influenciam na frequência dos formantes derivados da frequência fundamental. A frequência média dos formantes das vogais é inversamente proporcional ao comprimento do trato vocal, ou seja, quanto maior o trato vocal, menor será a frequência média dos formantes.

Segundo Joos (1948), o primeiro formante (F1) está vinculado a movimentos verticais da língua enquanto o segundo formante (F2) se relaciona a movimentos horizontais, ou seja, no sentido ântero-posterior. A frequência de F1 é diminuída por qualquer constrictão na metade frontal da cavidade oral e aumentada com a constrictão da faringe. Já a frequência de F2 tende a diminuir com a constrictão posterior da língua e a aumentar quando há maior constrictão anterior. A frequência de todos os formantes é diminuída com o arredondamento dos lábios.

As três vogais que ocupam as extremidades do triângulo proposto por Trubetzkoy (1929) possuem as três constrictões extremas do trato vocal. A vogal [a] possui maior constrictão faríngea e a mandíbula se posiciona mais aberta. A vogal [i] possui maior constrictão anterior e a mandíbula encontra-se mais fechada. Já a vogal [u] possui maior constrictão posterior e maior arredondamento dos lábios.

A nasalização das vogais traz efeitos acústicos importantes por ocorrer uma modificação na curva do filtro do trato vocal. Uma consequência é o aumento da largura e a diminuição do pico de F1 devido à perda de energia e de intensidade causada pela abertura do trato nasal (Figura 4 e Figura 5).

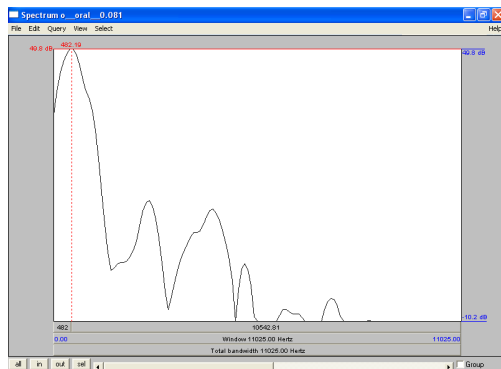


Figura 4 - Visualização dos formantes na produção da vogal oral /o/.

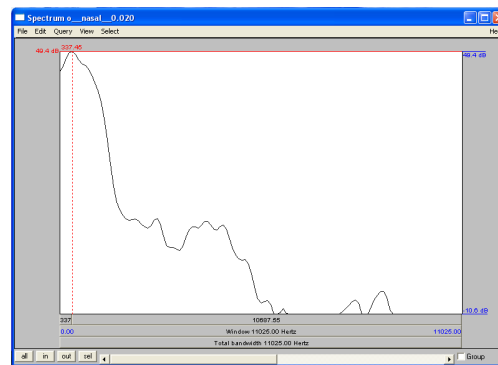


Figura 5 - Visualização dos formantes na produção da vogal /õ/.

Outro fator característico da nasalidade é a presença de anti-formantes que geram picos de ressonância negativos. Na representação matemática dos filtros nasais e orais, a ressonância positiva é chamada pólo e a negativa, zero. Ao contrário dos pólos, que reforçam e amplificam o espectro ao redor da frequência de ressonância, a anti-ressonância absorve o som, causando uma perda na transmissão da energia acústica.

O estudo realizado por Sousa (1994) compara as características acústicas das vogais nasais com as das suas correspondentes orais e traz importantes conclusões. Uma delas é que, em qualquer ambiente, as vogais nasais apresentam maior duração (Figura 6 e Figura 7), o que afeta também o nível da sílaba. Seara (2000) também encontrou um aumento na duração da vogal nasal, porém sem interferir na sílaba.

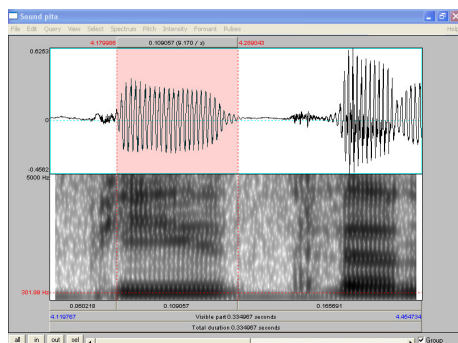


Figura 6 - Visualização no sinal de fala e espectrograma da duração da vogal /i/ na palavra pita.

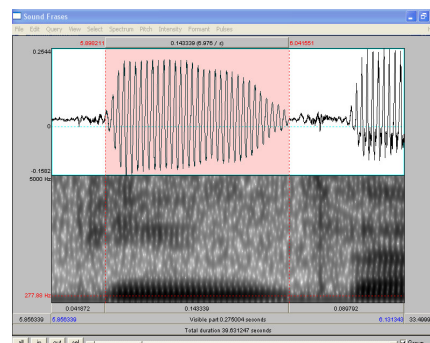


Figura 7 - Visualização no sinal de fala e espectrograma da vogal /ĩ/ na palavra pinta.

Jesus (1999) sintetiza as principais características das vogais nasais, sendo essas: diminuição de intensidade das vogais baixas (de F3 para [ũ] e de F2 para [ĩ]); presença de anti-ressonância e formantes nasais abaixo de F1 para [ã], entre F1 e F2 para [ĩ] e [ũ] ou entre F2 e F3 para [ũ]; aumento da largura de banda e mudança da frequência dos formantes.

De acordo com Sousa (1994), a vogal não se nasaliza completamente de imediato, mas apresenta uma configuração de formantes próxima de vogal oral no início e típica de vogal nasal no final de sua emissão. Em relação ao tempo de duração da vogal, a autora afirma que, se a vogal é longa, o murmúrio nasal pode não aparecer, mas, quando aparece, tem uma duração inversamente proporcional à da vogal. Em outras palavras, quanto mais longa a vogal, menor o murmúrio nasal.

Seara (2000) também encontra três fases durante a produção da vogal nasal, porém relata que a vogal pode também possuir apenas duas fases distintas: a fase nasal seguida do murmúrio nasal ou a fase oral seguida do murmúrio nasal.

Foi possível observar também no estudo de Sousa (1994) que algumas vogais parecem possuir características de nasais mais claras que outras. As vogais altas /i/ e /u/, por exemplo, parecem apresentar um menor grau de nasalidade que as demais.

A relação entre a função velofaríngea e a intensidade das vogais tem sido estudada com frequência. Moll (1962) reportou que vogais produzidas em alta intensidade geram maior fechamento velar. Posteriormente, o autor verificou que o fechamento velar não é atingido durante a emissão das vogais adjacentes a um segmento nasal e associou uma maior abertura velofaríngea à produção de vogais em baixa intensidade, quando comparadas à produção em alta intensidade.

2.2.2.1.2 Características Articulatorias das Vogais Nasais

Moraes (1997) investigou, de um ponto de vista articulatorio, se os diferentes processos de nasalização do Português Brasileiro (fonêmico, alofônico e coarticulatorio) são resultado de regras fonológicas específicas da língua ou de fenômenos transicionais puramente fonéticos entre uma vogal oral e uma consoante nasal. Para tal fim, utilizou um nasógrafo com um dispositivo fotoelétrico inserido na cavidade nasal e faringe de três indivíduos participantes da pesquisa. Foram feitas três medidas: amplitude média do sinal nasográfico durante a produção da vogal, que indica o grau de abaixamento do véu; o tempo de abaixamento do véu e a inclinação do sinal nasográfico, que indica a velocidade do movimento velar e o ponto inicial do abaixamento do véu, sendo esse considerado quando a função velocidade cruzou uma determinada banda por volta de zero. Essa banda foi definida como 20% da extensão velar, tendo os valores médios encontrados para a produção da consoante oral /z/ como o de abertura mínima e os valores médios da consoante nasal /n/ como máximo.

O estudo revelou que a magnitude dos gestos vélicos é similar na nasalização fonêmica e alofônica, o que sugere que ambos processos sejam resultado de regras fonológicas, porém, na nasalização coarticulatoria o grau de abertura vélica alcançado durante a vogal é menor, o que sugere que nesse último caso a nasalização seja puramente fonética. Em posição átona, o autor encontrou uma menor amplitude do movimento do véu, confirmando que as vogais tônicas são mais comumente nasalizadas do que as átonas. A mesma graduação pôde ser observada em relação ao tempo e à inclinação. Em relação ao tempo, a nasalização alofônica comportou-se de forma mais parecida com a nasalização coarticulatoria do que com a fonêmica. Não foi encontrada nenhuma relação clara entre a qualidade da vogal e a abertura velar em vogais nasalizadas. Em vogais orais, entretanto, observou-se uma forte relação entre altura da vogal e altura do véu. Esses resultados suportam a distinção entre processos de nasalização fonológico e fonético.

O estudo realizado por Raposo de Medeiros & Demolin (2006) investigou as vogais nasais do Português Brasileiro através da técnica IRM (imagens por

ressonânciamagnética) a fim de visualizar a posição do véu no exato momento da produção da vogal. Para obtenção dos dados, foram gravadas amostras de fala de um indivíduo que produziu pares mínimos de palavras contendo as vogais [a, e, i, o, u] com distinção de significado entre vogais orais e nasais. As vogais [ẽ, ĩ, ũ] apresentaram abaixamento do véu comparativamente a suas contrapartes orais. As vogais [ẽ, õ] também apresentaram abaixamento do véu, mas não se comportaram como as vogais cardinais, uma vez que ditongaram. As imagens adquiridas no estudo indicaram a existência de vogais nasais no Português Brasileiro e levaram à hipótese de que essas são diferentes das chamadas vogais nasalizadas, uma vez que são completamente nasais e têm papel distintivo na língua. Porém, como relatado pelo autores, trata-se de um estudo preliminar e os dados articulatórios obtidos não podem ser conclusivos.

Lovatto et. al. (2007) pretendeu com seu estudo analisar a duração acústica de V e N, bem como, investigar o tempo relativo do movimento velar e o *onset* e *offset* acústico de V e N com o intuito de suplementar o estudo realizado por Raposo de Medeiros & Demolin (2006) que, através de imagens de ressonância magnética, observaram nas vogais nasais do Português Brasileiro um comportamento de vogal nasal pura como no Francês. Para tal fim, os autores examinaram os movimentos velares de uma brasileira durante a produção de vogais nasais do Português Brasileiro em três contextos: início de palavra (/ĩcv/), meio de palavra (/cĩcv/) e final de palavra (/cvcĩ/). As vogais utilizadas foram /a/, /ẽ/, /i/, /ĩ/, /u/ e /ũ/ e as consoantes orais /p/, /b/ e /f/. Escolheu-se um corpus de palavras dissílabas não existentes na língua, cuja vogal alvo estava em posição tônica. As palavras foram colocadas na frase veículo “Diz _____ para ele” e foram gravadas duas vezes. Para a gravação, os autores utilizaram uma câmera de vídeo ligada a um fibroscópio que foi introduzido na narina esquerda da falante com o endoscópio posicionado acima da abertura velofaríngea. Aderiu-se um microfone ao endoscópio, em uma região próxima à boca do sujeito e foram gravados simultaneamente os sinais de áudio e as seqüências de vídeo. A posição velar foi estimada visualmente a partir das imagens obtidas, tendo como posição de referência a fase da respiração, onde o véu encontra-se rebaixado ao

máximo. Foram medidas as durações de V; N (quando presente); a antecipação do movimento velar antes da produção do V; o movimento após o N e o abaixamento do véu.

Os resultados da pesquisa sugeriram que N não é uma condição necessária para a produção de \tilde{v} , estando presente em 85% das produções dessas vogais e, quando ocorre, ocupa cerca da metade do tamanho da porção prévia da vogal. A vogal aberta / \tilde{a} / e as vogais em final de palavra mostraram-se mais longas respectivamente do que as vogais fechadas / \tilde{i} / e / \tilde{u} /, sendo essas também mais longas que as demais vogais quando em posição de meio e início de palavra. N foi menor que V independentemente do contexto ou da posição. Os valores médios obtidos foram de 88ms e 171ms respectivamente. Não houve nenhum alongamento compensatório aparente entre as durações de V e N.

A antecipação da abertura velar foi maior em posição de início de palavra do que nas demais posições para as três vogais nasais / a /, / \tilde{i} / e / \tilde{u} / . Já a nasalização regressiva (*carryover*) foi mais significativa em posição de final de palavra, pois o tempo entre o início de V e o rebaixamento máximo do véu foi maior nessa posição.

Os autores argumentam que o maior comprimento das vogais nasais traria favorecimento à existência de dois fonemas (/V/ e /N/) e não à existência de uma vogal nasal pura. Entretanto, foi argumentado que a medição do comprimento da vogal não seria conclusiva e precisaria ser mais amplamente estudada. Os achados os levaram a sugerir um estado diferente na fonologia do traço de nasalidade, em que a nasalização das vogais é mais avançada, apesar de incompleta, em sílabas tônicas do que átonas. Além disso, foram apontadas algumas semelhanças entre as línguas portuguesa e francesa em relação à nasalidade.

2.2.3 Estudos Aerodinâmicos em Nasalidade

As características aerodinâmicas dos traços mostram indiretamente a função articulatória do véu palatino na produção dos sons da fala, o que torna sua

análise de grande valor. Por isso, algumas técnicas aerodinâmicas têm sido utilizadas por autores para avaliar características velofaríngeas e, em alguns estudos, são associadas à fala (Dotevall, 2001).

Durante a produção dos sons da fala, os modelos de pressão e fluxo aéreo são modificados devido a uma grande variedade de características posturais que são assumidas por estruturas do trato vocal, produzindo, assim, ressonâncias diferenciadas. Essas posturas trazem dimensões diferentes à corrente de ar passada pelas cavidades oral e nasal, sendo muito importantes para a determinação perceptiva dos sons. O movimento de abertura velofaríngea durante a fala resulta em uma corrente de ar nasal na produção dos sons, que são percebidos pelos ouvintes como nasais.

Delvaux et. al. (2008) expõem a importância dos dados aerodinâmicos nos estudos das nasais, inicialmente devido à simplicidade da técnica e à grande abrangência de dados a serem coletados. Outro argumento é a possibilidade de tais dados fornecerem informações refinadas nos aspectos espacial e temporal da nasalização, fatores esses necessários para o estudo da coarticulação. Por último, os autores colocam a fase aerodinâmica como um ponto de vista intermediário e valioso entre a articulação e a acústica no processo de nasalização.

2.2.3.1 Técnica de Fluxo-Pressão

A técnica fluxo-pressão, originalmente descrita por Warren & Dubois (1964), é um método objetivo de avaliação velofaríngea durante a produção da fala. Essa técnica proporciona informações sobre o nível de pressão oral e nasal e o fluxo nasal, gerando estimativas quanto ao tamanho do orifício velofaríngeo.

O método baseia-se em uma modificação da teoria do princípio hidráulico e admite que a área do orifício velofaríngeo possa ser determinada pela medida simultânea da diferença de pressão e do fluxo de ar passados pelo local. Para uma maior aproximação do valor real da área, os autores estabeleceram uma constante k com valor de 0,65, suprimindo, assim, variações como a instabilidade e não uniformidade do fluxo de ar. Obteve-se então a seguinte fórmula:

$$A = \frac{V}{K \sqrt{2 \left(\frac{P1 - P2}{D} \right)}}$$

A = área do orifício velofaríngeo

V= volume de ar

P1 = pressão oral

P2 = pressão nasal

D = densidade do ar

K = constante (0,65)

Após terem desenvolvido o método, os autores utilizaram um pneumotacógrafo para coletar dados aerodinâmicos de 10 indivíduos, com o intuito de caracterizar vogais e consoantes. Observou-se que as consoantes oclusivas e fricativas são produzidas com alta pressão orofaríngea e pequeno ou nenhum fluxo no orifício. As consoantes nasais, por outro lado, são produzidas com alto fluxo no orifício e pequena pressão orofaríngea. O contexto fonético influenciou significativamente, principalmente em vogais. Esse efeito foi claramente observado com a presença de uma consoante nasal no segmento.

Como esperado, a maior variação no tamanho do orifício ocorreu em consoantes nasais e vogais nasalizadas que precedem essas consoantes. As consoantes oclusivas e fricativas, que requerem alta pressão orofaríngea, foram produzidas com maior fechamento e menor variação do orifício velofaríngeo.

O intervalo de preparação para consoantes nasais foi de aproximadamente 2,5 a 3,5 vezes mais longo do que para um som oral. Esse comprimento foi também influenciado pelo segmento precedente, sendo menor na presença de oclusiva.

De acordo com Warren & Dubois (1964), o fechamento do véu palatino durante a produção de consoantes orais é praticamente completo, com uma abertura menor que 0,03 cm² em indivíduos com ressonância nasal normal. Por outro lado, a abertura em consoantes nasais é mensurada em torno de 0,5 e 1,0 cm² e em mais de 1,0 cm² durante a respiração.

Os dados obtidos nesse estudo, segundo os pesquisadores, suportam a noção de que a função do esfíncter velofaríngeo está primeiramente relacionada à produção de consoantes, sendo a área do orifício velofaríngeo para as vogais dependente do tipo de consoante presente no segmento fonético.

Uma conclusão importante apontada no estudo é que a consoante influencia no tamanho do orifício de todos os elementos da fala (vogais e consoantes) contidos em seu intervalo de preparação.

Warren & DuBois (1989) mensuraram o fluxo de ar durante a produção de uma consoante nasal e encontraram valores médios de fluxo entre 80 e 200 cm^3/seg . Os picos de fluxo de ar para essas consoantes estariam entre 100 e 300 cm^3/seg . Já o volume de ar utilizado para a produção de consoantes nasais obteve valores entre 15 e 30 cm^3 .

Em relação à pressão oral durante a emissão de consoantes nasais, Warren, Dalston & Mayo (1993) verificaram que a medida de pico está estabelecida entre 2,0 e 3,0 $\text{cm H}_2\text{O}$. Os níveis de pressão atingidos nas cavidades oral e nasal dependem de uma variedade de fatores, como o esforço respiratório utilizado durante a fala, a posição do véu palatino em relação às paredes laterais e posterior da nasofaringe, a resistência das pregas vocais durante a produção do som nasal e de contextos fonéticos.

Black (1950) e Malécot (1955) observaram uma relação entre aerodinâmica e localização do fonema na sílaba e na palavra, pois uma consoante em posição de início de palavra possui maior pressão do que quando no meio da sílaba.

Warren (1964) afirma que a pressão aérea média na cavidade oral durante a produção de consoantes orais varia de 3 $\text{cm H}_2\text{O}$ a 8 $\text{cm H}_2\text{O}$, sendo maior em consoantes vozeadas do que não vozeadas.

Ao pesquisar a aerodinâmica das consoantes do Francês, Delvaux et. al. (2008) observaram que consoantes não vozeadas possuem fluxo oral significativamente maior do que as vozeadas, presumidamente devido à diferença de impedância na laringe. O fluxo oral também foi significativamente maior para

consoantes fricativas do que plosivas, fato que pode ocorrer devido à continuidade das fricativas, enquanto as plosivas têm fluxo oral apenas durante a soltura. As mesmas ocorrências foram encontradas em relação ao fluxo nasal, sendo esse maior para consoantes vozeadas do que para não-vozeadas e também maior em consoantes fricativas quando comparadas às plosivas. As consoantes nasais exibiram valores pequenos de fluxo oral e altos de fluxo nasal, resultado esse já esperado devido ao fato de as consoantes nasais terem fluxo oral apenas no momento da soltura da consoante, enquanto o fluxo nasal ocorre ao longo da produção da mesma, com a abertura velofaríngea.

Em 1985, Warren et. al. demonstraram uma possível aplicação da técnica de fluxo-pressão através da associação dos dados temporais aerodinâmicos com a produção da fala para diferenciar falantes com adequação velofaríngea dos com inadequação. Para tal fim, setenta indivíduos foram divididos em quatro grupos: normais, fissurados com adequação velofaríngea, fissurados com inadequação velofaríngea e fissurados com o grau de fechamento velofaríngeo no limite entre o considerado adequado e inadequado. Além do cálculo da técnica aerodinâmica, os indivíduos foram avaliados subjetivamente quanto ao grau de nasalidade por um fonoaudiólogo e um cirurgião.

Embora o principal objetivo da investigação tenha sido demonstrar uma nova utilização da técnica de fluxo-pressão, os achados revelaram que os dados temporais podem ser úteis para diferenciar pacientes em relação ao movimento velofaríngeo, pois todos os grupos estudados manifestaram características temporais de fluxo e pressão únicas.

Para Warren et. al.(1985), a regulação das pressões, o controle do fluxo de ar e o tempo do movimento articulatorio são funções precisas e interdependentes da fala. Os autores enfatizam a importância da identificação de alterações fisiológicas e temporais resultantes de defeitos estruturais para trazer informações sobre o desenvolvimento de comportamentos de fala compensatórios.

Ainda em 1985, Moon & Weinberg desenvolveram dois gráficos e uma tabela com o intuito de facilitar e ampliar a prática clínica do cálculo da área do orifício velofaríngeo. Esses métodos são dados através da combinação de valores

de resistência da passagem do ar ou diferença de pressão no orifício com o fluxo aéreo. Os clínicos, após encontrarem tais valores, precisam apenas interligá-los em um dos gráficos ou na tabela para encontrar a área do orifício velofaríngeo. Segundo os pesquisadores, houve uma correspondência favorável ao comparar esses métodos com outros já desenvolvidos, com estimativa de erro de 5%.

Smith & Guyette (1988) desenvolveram um modelo do trato respiratório superior e simularam vários graus de constrição do véu palatino para comparar as medidas da área do orifício velofaríngeo obtidas através dos valores de pressão oral com as obtidas através da pressão nasal. Os autores concluíram que as medidas de pressão nasal refletem melhor as pressões na região velofaríngea do que as pressões mensuradas oralmente.

O estudo desenvolvido por Laine et. al. (1988) objetivou determinar a acuidade de estimar a disfunção velofaríngea baseando-se nas medidas de fluxo nasal. Para esse fim, compararam-se grupos de indivíduos com e sem insuficiência velofaríngea. Os dados demonstraram que um fluxo nasal acima de 125 cc/seg. está quase sempre associado à disfunção velofaríngea, havendo alto índice de acuidade. Os autores relatam que a relação entre fluxo e área é tamanha que parece justificável utilizar medidas de fluxo nasal para caracterizar sujeitos suspeitos de insuficiência velofaríngea. Mesmo assim, sugere-se cautela durante a classificação e, quando os dados indicarem a probabilidade de disfunção, seria indicado a utilização de um método mais definido, tal como a nasoendoscopia, videofluoroscopia ou medidas de fluxo-pressão.

A maioria dos estudos aerodinâmicos utiliza um corpus contendo consoantes que exigem pressão intra-oral, sendo a consoante oclusiva desvozeada [p] a mais utilizada. A explicação para essa preferência está no fato de que consoantes como as oclusivas e fricativas levam a um maior fechamento velofaríngeo se comparadas às vogais e líquidas. Além disso, dentre as oclusivas, as desvozeadas são produzidas com uma pressão intra-oral ainda maior, pois, por não possuírem sonoridade, elas requerem um maior esforço respiratório para serem produzidas (Warren, 1964).

A altura da vogal é uma característica importante do segmento devido à existência da relação entre altura da língua e altura do véu. Segundo Warren & DuBois (1964), as vogais altas costumam ser produzidas com maior força de fechamento velofaríngeo do que as vogais baixas. Os segmentos em adjacência também são fundamentais para a caracterização das vogais nasais, como mostram os estudos de Warren (1964), Lubker & Moll (1965) e Delvaux (2008).

Lubker & Moll (1965) mediram o fluxo aéreo nasal e oral e, ao mesmo tempo, gravaram a posição do véu palatino. Eles relataram um aumento do fluxo nasal durante a produção de uma seqüência vogal-nasal, porém o tamanho da abertura velar manteve-se constante. Os autores atribuíram esse fato a um aumento na constrição da cavidade oral. Apesar de a abertura velofaríngea ter se mantido, o fluxo aéreo da cavidade oral decresceu e a distância entre a língua e o palato diminuiu. O fluxo de ar nasal durante a produção da vogal nasalizada resultou em um aumento da constrição da cavidade oral em antecipação à parada do segmento oral para o nasal. Os autores concluíram que, de fato, a pressão e o fluxo nasal estão relacionados a vários fonemas orais, bem como às atividades do mecanismo velofaríngeo. Os mesmos sugeriram que o programa de controle motor da fala especifica as consoantes orais como aquelas que promovem o fechamento velar, as consoantes nasais como as que proporcionam a abertura velar e as vogais como neutras, assumindo a postura da consoante posterior.

Warren & DuBois (1964), ao estudarem o comportamento das vogais, observaram que as vogais orais podem ser produzidas com certo grau de abertura do véu palatino sem que os ouvintes tenham a percepção de nasalidade. O fechamento do orifício velofaríngeo está relacionado à altura da vogal, sendo que a produção de vogais altas leva a um maior fechamento do orifício velofaríngeo se comparada à produção das vogais baixas. O contexto fonético em que a vogal está inserida também influencia na abertura vélica, sendo essa geralmente maior na vogal que precede a consoante nasal, mas pode estar presente também na vogal que a segue.

Como observado nesta seção, através do método fluxo-pressão criou-se um conhecimento sólido sobre a aerodinâmica da fala, o que possibilitou a

inferência de algumas de suas características articulatórias e viabilizou a aplicação clínica do método. Porém, atualmente, os achados se limitam principalmente aos falantes da língua inglesa. Além disso, a maioria dos estudos utiliza em seus corpora consoantes plosivas, o que traz facilidade à mensuração, mas não contribui para a descrição lingüística de outros importantes eventos da fala.

2.2.3.2 Descrições Lingüísticas Baseadas na Aerodinâmica das Vogais

Medeiros et. al (2008) investiga a variabilidade acústica das vogais nasais do Português Brasileiro antecedentes a contextos plosivo e fricativo. Sua hipótese é a de que não haveria diferença entre os gestos nasais nos dois contextos. Por meio dos dados acústicos e aerodinâmicos (fluxos de ar nasal e fluxo de ar oral) obtidos por intermédio do EVA, identificou-se um apêndice nasal tanto no contexto /p/ quanto no contexto /f/, o que corresponde a um gesto de fechamento dos lábios, que também corresponde a uma taxa de fluxo de ar nasal elevada. Com isso, sugerem que a diferença acústica é explicada em termos de sobreposição gestual, embora admitam que seus dados sejam inconclusivos.

Um estudo mais detalhado foi realizado por Delvaux et.al. (2008), que utilizaram o equipamento EVA para demonstrar a interação entre tipo da vogal e contexto fonológico em relação à nasalância. No estudo, a nasalância foi maior para vogais orais altas do que não altas em todos os contextos, com diferença maior no contexto NVN. A nasalância média foi significativamente menor em vogais fonologicamente nasais do que em vogais orais altas. No contexto fonológico, a nasalância foi maior para vogais orais seguindo uma consoante nasal (NV e NVN) do que vogais orais precedendo consoantes nasais (VN).

Através da análise de variância com teste post hoc, os autores observaram que, para as vogais orais, a nasalância foi significativamente menor em contexto CV do que em VN e menor em VN do que em NVN e NV. Para as vogais nasais, a nasalância foi maior em contexto nasal do que em qualquer outro tipo de contexto. A interação entre tipo de vogal e contexto fonológico foi notada nos valores de nasalância de vogais nasais em contextos orais: em cV, cV.cv e cVc a

nasalância é maior do que em vogais orais seguidas de consoante nasal (VN), mas é igual ou menor do que em vogais orais precedidas de consoante nasal (NV e NVN).

Os pesquisadores também comparam os tipos de coarticulação antecipatório e posterior. No contexto VN, onde a coarticulação é antecipatória, o fluxo nasal é negligenciável para grande parte da vogal. Na transição entre vogal e consoante há um aumento brusco do fluxo nasal até atingir um nível de fluxo alto que é mantido até o final da consoante. Já em contexto NV, onde a nasalização é passada para a vogal seguinte, observa-se um fluxo nasal bastante acima de zero durante a produção da consoante e na maior parte da vogal, porém o fluxo diminui ao final dessa produção. Ao comparar a vogal contextualmente nasalizada à vogal nasal em contexto VN observa-se que, apesar de haver um decréscimo inicial do fluxo na vogal nasal, em seguida há um aumento desse fluxo, o que resulta em uma média de nasalância muito alta para vogais nasais.

Para comparar a extensão temporal da nasalização contextual em itens VN e NV em vogais orais altas e não altas, os autores subdividiram cada item em três grupos, dependendo de quando a nasalização começa ou termina em relação ao tempo de referência. O tempo de referência é uma janela centrada na fronteira entre os segmentos, com extensão de 5%. O critério para a nasalização ser considerada é a passagem do fluxo nasal pelo nível zero somado aos 5% do fluxo máximo da vogal, como calculado para cada falante.

Os itens VN foram classificados como: nasalização antecipatória, nos casos em que a nasalização começa antes da janela do tempo de referência; nasalização sincrônica, nos casos em que a nasalização começa no tempo de referência; e nasalização atrasada, nos casos em que a nasalização começa depois do tempo de referência. Os resultados reportaram que na maioria desses itens a nasalização é sincrônica com a fronteira oro-nasal. Ademais, há mais casos de nasalização antecipatória e menos casos de nasalização seguinte para vogais orais altas. Além disso, a média da nasalização antecipatória estende para mais de 31% da duração da vogal em vogais altas, contra 19% em vogais não altas, diferença essa considerada significativa. A presença de nasalização

antecipatória sugere uma diferença de tempo de abaixamento do véu palatino em relação ao fechamento oral.

Nos itens NV, a janela de referência inclui a soltura da consoante menos 5% e mais 5% da duração da vogal. Esses itens foram classificados como: nasalização sincrônica, se o fluxo nasal cruza o nível zero somado aos 5% na soltura da consoante; nasalização estendida, se isso acontecer depois da soltura da consoante, mas durante a vogal; e nasalização estendida máxima, se isso não acontecer durante toda a vogal, isto é, se toda a vogal for contextualmente nasalizada. Os dados obtidos mostraram que todas as vogais em NV apresentaram nasalização estendida. Além disso, existe ainda mais nasalização estendida em vogais altas.

O estudo mostra que as diferenças entre vogais altas e não-altas não são limitadas somente ao tempo, a nasalância proporcional das vogais altas é significativamente maior do que a nasalância proporcional das vogais não altas, sendo essa diferença insignificante ao comparar as vogais altas ou as não altas entre elas. Além disso, quando as vogais estão posicionadas após uma consoante nasal, o nível geral do fluxo nasal é maior em vogais altas do que em vogais não altas.

Ao comparar mais profundamente as diferenças do nível geral de fluxo nos casos em que a vogal está após a consoante nasal, observou-se que a nasalância proporcional não é significativamente diferente entre /a,ɔ, o, ε, ẽ/ e é significativamente diferente entre /i,u,y,ã,õ/. No último grupo, a nasalância da vogal /u/ não se diferencia significativamente das outras quatro vogais, as vogais /y, ã/ não são significativamente diferentes entre si, similarmente /i, õ/ não são significativamente diferentes entre si.

Notou-se no estudo que nem todas as vogais nasais do Francês apresentam alto grau de nasalância, especialmente a vogal /ẽ/, que não se diferencia significativamente de sua correspondente /ε/. Como a nasalância é uma média computada ao longo de toda a vogal, ela pode neutralizar possíveis diferenças entre vogais orais e nasais. Além disso, o contraste entre a vogal nasal

/ẽ/ e a vogal nasalizada /ɛ/ pode ser explicado pelas diferenças na qualidade da vogal: /ẽ/ é descrito como mais aberto e menos anterior do que /ɛ/ e os efeitos acústicos desse ajuste articulatório parecem acentuar a percepção nasal, especialmente em contexto nasal.

No Francês, a nasalização atrasada é mais extensa do que a nasalização antecipatória, tanto para vogais orais quanto para consoantes orais. No contexto VN, o início do fluxo nasal é sincrônico com o fechamento oral ou antecipatório, ocupando cerca de 25% da vogal. Já em contexto NV, o fluxo mantém-se acima de zero por cerca de 80% ou mais da vogal. Como consequência, o fluxo nasal e a nasalância são significativamente mais altos em vogais seguindo consoantes nasais do que precedendo as mesmas.

No contexto *c*̃, apenas poucas plosivas e menos da metade das fricativas e líquidas mostram nasalização antecipatória. O efeito dessa nasalização é moderado, pois ocorre nos últimos 25% ou após a consoante. A nasalização é até mesmo atrasada em algumas consoantes plosivas. Em contrapartida, todas as consoantes seguindo vogais nasais são nasalizadas. Em *c*̃*vc* e *c*̃*.cv*, o fluxo nasal se estende à metade da segunda consoante.

O estudo de Delvaux (2008) estabeleceu uma diferença significativa entre vogais altas e não altas em relação ao fluxo de ar. Em VN, a nasalização antecipatória foi mais freqüente e sua extensão temporal foi maior para vogais altas. Em NV, todas as vogais mostraram nasalização atrasada extensiva, com maior proporção para as vogais altas. Já o fluxo oral foi mais alto para vogais baixas do que altas. O nível geral de fluxo nasal foi também maior para vogais altas em NV e NVN, conseqüentemente, a média de fluxo nasal foi maior para essas vogais. Como a nasalância foi também mais alta para as vogais altas, a diferença de fluxo nasal não pode ser dada por uma variação no fluxo geral, podendo ser explicada por uma diferença na resistência ao fluxo de ar na cavidade oral, como uma diferença na configuração do trato e, particularmente, da língua.

As características de fluxo nasal não se diferenciam entre as vogais não-altas, embora essas vogais possuam diferentes alturas de língua. Sugere-se, então, que a diferença observada entre vogais altas e não altas não seja exclusivamente em função da altura da língua, podendo ser causada por diferenças na abertura do véu palatino. Caso não haja diferença na abertura do véu palatino, obtém-se um achado importante porque a contribuição das cavidades nasais para a saída acústica geral não depende apenas do tamanho do orifício velofaríngeo, mas também da razão entre a massa acústica total das cavidades nasais e a do ressonador oral.

Os resultados confirmaram que a extensão temporal da nasalização atrasada é maior do que a da nasalização antecipatória tanto em vogais quanto em consoantes. No caso das vogais orais, o nível geral de fluxo nasal coarticulatório e também a extensão temporal foram significativamente maiores em /i, u, y/ do que em /ε, e, ɔ, o, a/. Esses grupos se diferenciam na altura da língua e na presença ou ausência da contraparte nasal no inventário fonêmico da língua.

Observa-se então que Delvaux (2008) e Sousa (1999) descrevem fatos semelhantes em relação à dinâmica das vogais. Assim, nesse estudo utilizou-se os mesmos métodos aerodinâmicos de Delvaux (2008) para descrever, porém, o comportamento das vogais do Português Brasileiro, como feito por Sousa (1999) em sua pesquisa envolvendo análise acústica.

3. METODOLOGIA

A pesquisa consistiu em três experimentos realizados no Laboratório de Fonética da Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais. Para obtenção dos dados acústicos e aerodinâmicos da fala, utilizou-se amostras de fala de 05 indivíduos do sexo masculino, com idades entre 20 e 30 anos. Todos os participantes da pesquisa relataram serem naturais de Belo Horizonte, não terem vivido fora da cidade por mais de um ano e não apresentarem patologias de linguagem e voz.

Os sujeitos foram solicitados a ler três repetições de frases elaboradas pelo pesquisador, que foram digitadas e salvas no programa CorpusViewer® e apresentadas na tela do computador em ordem aleatória durante a gravação da amostra de fala.

A produção da fala foi gravada por meio do EVA, sigla de *Evaluation Vocale Assisté* (“Avaliação Vocal Assistida”), mostrado na Figura 8. Como pode ser observado na figura 8, esse equipamento é acoplado a um computador e contém uma máscara para obtenção dos dados aerodinâmicos. A máscara é posicionada sobre a boca de um indivíduo e dois tubos, localizados na região superior da máscara, são posicionados na saída narinas. Um microfone, presente atrás da máscara, permite a gravação da fala, o que possibilita a análise acústica. O uso da máscara impõe à onda resultante condições de impedância diferentes daquelas dos estudos fonético-acústicos, cuja onda é registrada em campo aberto. Tal fato não influenciou os resultados dessa pesquisa, pois o espectrograma foi utilizado apenas para fins de segmentação das vogais-alvo.



Figura 8 - Figura do equipamento EVA.

Fonte: <http://aune.lpl.univ-aix.fr/~sqlab/evaRootUK.htm>

O equipamento nos fornece um espectrograma e um sinal de fala, bem como, simultaneamente, medidas de fluxo e pressão de ar oral e nasal em forma de gráfico (Figura 9 e Figura 10). Na Figura 9, apresentam-se um sinal de fala e um espectrograma para realização da análise acústica da fala. Na Figura 10, apresentam-se um sinal de fala e um gráfico de fluxo e pressão aéreas, em que a pressão é mostrada em azul e o fluxo em verde, para realização de uma análise da aerodinâmica da fala.

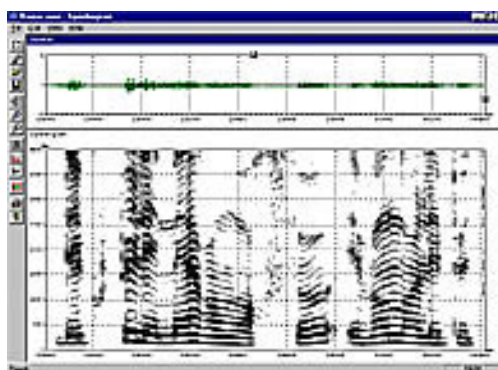


Figura 9 - Sinal de fala e espectrograma fornecido pelo EVA.

Fonte: <http://aune.lpl.univ-aix.fr/~sqlab/evaRootUK.htm>

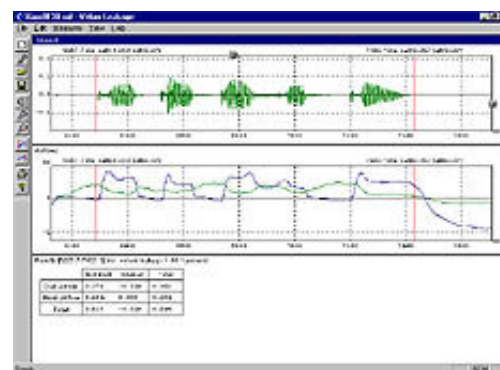


Figura 10 - Sinal de fala e aerograma fornecido pelo EVA.

Fonte: <http://aune.lpl.univ-aix.fr/~sqlab/evaRootUK.htm>

3.1 Coleta de dados

A coleta de dados foi obtida através dos seguintes passos:

- 1 Posicionamento do sujeito sentado;
- 2 Seleção da máscara de silicone que envolva todo o terço inferior da face (boca e queixo);
- 3 Seleção dos adaptadores de silicone que melhor encaixem na região das narinas, preenchendo a região sem causar desconforto;
- 4 Encaixe dos adaptadores em tubos plásticos;
- 5 Conexão da máscara e os tubos ao equipamento;
- 6 Calibração;
- 7 Início da gravação;
- 8 Apresentação de cada frase na tela do computador e espera pela leitura;
- 9 Finalização da gravação.

3.2 Experimentos

A pesquisa constituiu na realização de três experimentos que serão descritos detalhadamente a seguir.

3.2.1 Experimento 1

O primeiro experimento possui o mesmo corpus utilizado na pesquisa de Sousa (1994) e visou, através da replicação, obter dados aerodinâmicos das vogais, bem como estimativas articulatórias.

Dessa forma, procura-se com esse experimento responder às seguintes perguntas:

- 1 Como as vogais do Português Brasileiro se diferenciam em termos aerodinâmicos?
- 2 Quais características articulatórias podem ser inferidas a partir de dados aerodinâmicos?
- 3 As características articulatórias da dinâmica das vogais baseadas na aerodinâmica são semelhantes às estimativas com base em dados acústicos fornecidas por Sousa (1994)?

Sousa (1994) utilizou em seu estudo pares de palavras pertencentes ao Português Brasileiro que continham contraste entre vogais orais e nasais entre consoantes oclusivas. A autora escolheu esse contexto devido à facilidade de localizar essas consoantes em um espectrograma e tornar, assim, a análise mais precisa. Porém, não houve preocupação em padronizar o contexto em relação ao vozeamento, pois os pares de vogais /i/ ,ĩ/; /e/, /ẽ/ e /a/, /ã/ situam-se entre consoantes não-vozeadas e os pares /o/, /õ/ e /u/ e /ũ/ estão entre consoantes vozeadas. Os pares de palavras escolhidos foram, em seguida, inseridos em frases cuja diferença de sentido é dada apenas pela alteração da palavra-alvo, sendo todas as demais palavras idênticas. Um único participante de sua pesquisa foi solicitado a ler os 5 pares de frases, a seguir:

- 1) Joaquim pita na miséria.
1) Joaquim pinta na miséria.
- 2) Essa estrela parece cadete de noite.
2) Essa estrela parece cadente de noite.
- 3) O gari fã da Madonna cata mal.
3) O gari fã da Madonna canta mal.

4) A boba e seu som causam temor.

4) A bomba e seu som causam temor.

5) A tuba muda conforme o fundo.

5) A tumba muda conforme o fundo.

3.2.2 Experimento 2

O segundo experimento teve como objetivo comparar características entre vogais em contexto ainda mais semelhante e verificar se houve qualquer interferência nos resultados obtidos no experimento 1.

Assim, esse experimento procura responder a seguinte pergunta: Os achados obtidos no primeiro experimento podem ter sido resultado de alguma interferência devido ao contexto de inserção da vogal?

Para isso, os sujeitos fizeram a leitura de pares mínimos de palavras colocados na seguinte frase veículo: Diga _____ para ela.

Todos os pares de palavras apresentam consoantes plosivas não vozeadas em adjacência à vogal-alvo, tendo a consoante oclusiva alveolar /t/ como seguinte. Fez-se a escolha desses critérios devido à facilidade de visualizá-los no espectrograma, favorecendo a segmentação correta da vogal. Inicialmente procurou-se um corpus de pares mínimos de palavras dissílabas cuja vogal-alvo estivesse em posição tônica, porém, devido à inexistência de par mínimo para as vogais /u/ e /ũ/ nas condições descritas, optou-se por manter apenas os critérios em relação às consoantes ao redor da vogal. Os pares mínimos de palavras estão expostos a seguir:

1) cata canta

2) teta tenta

- 3) pita pinta
- 4) coto conto
- 5) computador acupuntura

3.2.3 Experimento 3

O último experimento buscou comparar as características aerodinâmicas das vogais orais, nasais e nasalizadas quando seguidas de consoantes plosivas e fricativas respondendo, assim, às seguintes perguntas:

- 1 Quais são as diferenças aerodinâmicas existentes entre as vogais já pesquisadas, orais e nasais, e as vogais nasalizadas?
- 2 A consoante seguinte, fricativa ou plosiva, traz alguma consequência aerodinâmica?

Para tal fim, utilizou-se a mesma frase veículo do segundo experimento onde se inseriu as seguintes palavras:

- 1) cata
- 2) caça
- 3) cana
- 4) canta
- 5) cansa

Optou-se por não gravar novamente as palavras cata e canta devido à realização de tal ato no experimento¹, o que possibilitou a reutilização dos dados obtidos.

3.3 Análise dos dados:

A análise dos dados foi realizada seguindo os mesmos padrões do estudo de Delvaux et. al. (2008), que também utilizou o equipamento EVA para obtenção

de parâmetros acústicos e aerodinâmicos da nasalização no Francês. Na pesquisa, foram investigados aspectos espaciais, através de medidas de fluxo, e temporais, através da localização dos segmentos.

Seguindo a proposta de Delvaux (2008), ambas as medidas, espaciais e temporais, foram obtidas através da segmentação das vogais no espectrograma (Figura 11 e Figura 12) Nos itens VN , marcou-se o início do vozeamento como o início da vogal, nos demais itens a soltura da consoante foi considerada como início da vogal. Considerou-se o início e o final da nasalização como o momento no qual o fluxo nasal cruzou o nível zero, acrescentando uma margem de 5% do nível do fluxo nasal máximo calculado para cada falante em cada segmento.

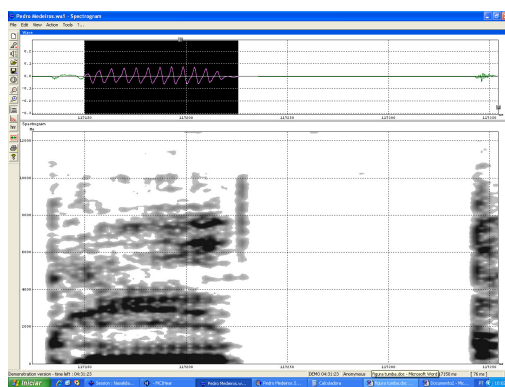


Figura 11 - Espectrograma da vogal /i/ na palavra pita.

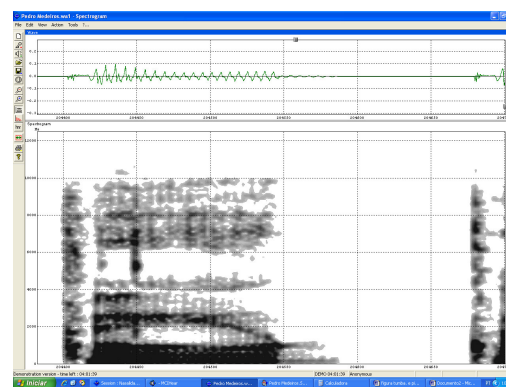


Figura 12 - Espectrograma da vogal /i/ na palavra pinta.

Após a segmentação no espectrograma, as medidas de tempo do início e final da vogal foram encontradas no aerograma (Figura 13 e Figura 14). Ao realizar a marcação do segmento, o equipamento fornece automaticamente as medidas de fluxo oral e nasal médios (em cm^3/s) e, também, a nasalância proporcional (em porcentagem). As propriedades temporais foram obtidas expressando a extensão da nasalização como proporção da duração do segmento apropriado.

As medidas de fluxo oral e fluxo nasal são importantes para a caracterização da aerodinâmica da fala. Porém, diferenças individuais, como a anatomia do trato vocal, trazem variações para esses valores, dificultando a padronização dos resultados. Uma solução utilizada em alguns estudos, como o

de Delvaux (2008), é o cálculo da nasalância. Mede-se a nasalância através da razão entre o fluxo de ar nasal médio e o fluxo de ar geral passado pela orofaringe. Obtém-se, então, o percentual de ar direcionado à cavidade nasal através da seguinte fórmula:

$$N = \frac{FN}{FN + FO}$$

N = nasalância

FN= fluxo nasal médio

FO = fluxo oral médio

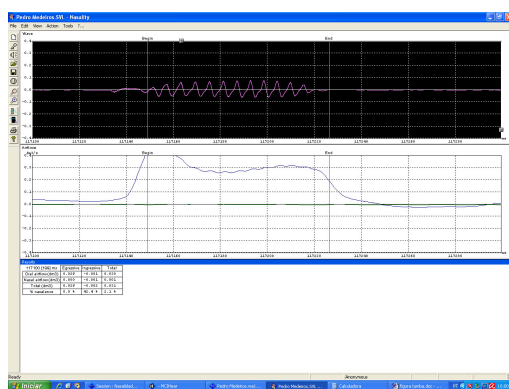


Figura 13 - Aerograma da vogal /i/ na palavra pita.

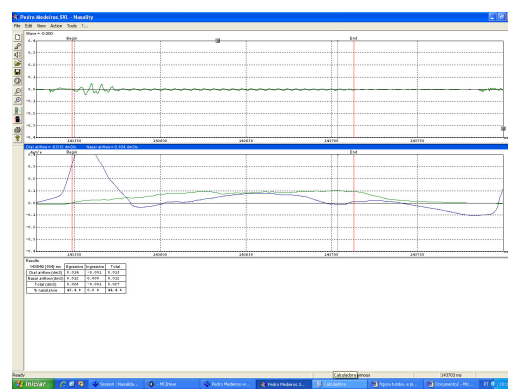


Figura 14 - Aerograma da vogal /i/ em pinta.

Dessa forma, para obtenção das medidas deste estudo seguiu-se o seguinte protocolo:

- 1 Estabelecimento da vogal no espectrograma;
- 2 Verificação do tempo de início e fim da vogal;
- 3 Identificação dos tempos de início e fim da vogal no aerograma;
- 4 Marcação da região entre início e fim da vogal;
- 5 Verificação dos volumes oral e nasal médios;
- 6 Identificação do pico de nasalidade dentro da vogal;

- 7 Medição do fluxo nasal no pico;
- 8 Verificação do tempo em que se atinge nasalidade máxima;
- 9 Extração de 5%;
- 10 Identificação do tempo inicial e final da nasalidade baseado nos 5%;
- 11 Verificação da presença do pico de nasalidade fora da vogal;
- 12 Marcação do fluxo nasal no pico fora da vogal, caso existente;
- 13 Verificação do tempo em que se atinge nasalização máxima fora da vogal, caso existente.

A partir dos dados coletados, computaram-se variáveis estáticas e dinâmicas para análise das vogais em seus aspectos espaciais e temporais, a seguir:

- 1 Fluxo oral médio (FOM) a partir das medidas de volume e duração da vogal.
- 2 Fluxo nasal médio (FNM) a partir das medidas de volume e duração da vogal.
- 3 Nasalância a partir das medidas de fluxo oral e nasal.
- 4 Volume médio de ar passado pela cavidade nasal (delta VOL) a partir das medidas de fluxo nasal máximo da vogal e tempo início da nasalidade.

3.3.1 Variáveis Estáticas:

- 1 Fluxo oral médio (FOM), a partir das medidas de volume e duração da vogal.
- 2 Fluxo nasal médio (FNM), a partir das medidas de volume e duração da vogal.

- 3 Nasalância, a partir das medidas de fluxo oral e nasal.
- 4 Volume médio de ar passado pela cavidade nasal (delta VOL) a partir das medidas de fluxo nasal máximo da vogal e tempo início da nasalidade.

3.3.2 Variáveis Dinâmicas:

- 1 Duração da vogal (DURAÇÃO) a partir dos tempos de início e fim da vogal.
- 2 Duração proporcional da parte nasal da vogal (%NASVOG) a partir das medidas de tempo de início e fim da nasalidade no aerograma.
- 3 Duração da nasalidade após o término da vogal (COART) a partir das medidas dos tempos de final da vogal e final da nasalidade.
- 4 Ponto de início da nasalidade na vogal (PIN) a partir dos tempos de início da vogal, início da nasalidade e duração da vogal.
- 5 Ponto de pico da nasalidade (PPICO) a partir das medidas fluxo nasal máximo e tempos de início e duração da vogal.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como já exposto na metodologia, o presente estudo é composto por três experimentos. Com o intuito de organizar a exposição, os dados obtidos serão divididos por experimento e subdivididos em dois aspectos: espaciais e temporais.

4.1 Experimento 1

O primeiro experimento é uma réplica do estudo de Sousa (1994) e visou obter dados aerodinâmicos das vogais, bem como estimativas articulatórias para responder às seguintes perguntas:

- 1 Como as vogais do Português Brasileiro se diferenciam em termos aerodinâmicos?
- 2 Quais características articulatórias podem ser inferidas a partir de dados aerodinâmicos?
- 3 As características articulatórias da dinâmica das vogais baseadas na aerodinâmica são semelhantes às estimativas com base em dados acústicos fornecidas por Sousa (1994)?

4.1.1 Aspectos Espaciais

As Figura 15 e Figura 16 mostram, respectivamente, os fluxos nasal e oral médios das vogais nasais e orais. Observa-se, como esperado, que as vogais orais não apresentam fluxo nasal, apenas oral. Esse achado mostra que o palato mole está elevado durante a produção das vogais orais, impedindo a passagem do ar para a cavidade nasal. Ao observar uma pequena quantidade de fluxo nasal na vogal oral /o/, pensa-se na possibilidade de o véu palatino não estar completamente fechado durante a produção dessa vogal. Ao movimentar os articuladores da cavidade oral faz-se, conseqüentemente, um ajuste no posicionamento do véu palatino, dessa forma, o rebaixamento da mandíbula e/ou da língua pode resultar em um suave rebaixamento do véu. Warren & DuBois (1964) afirmaram em seu estudo que as vogais orais podem ser produzidas com

certo grau de abertura do véu palatino sem que os ouvintes tenham a percepção de nasalidade, o que explicaria tal acontecimento.

Já as vogais nasais apresentam tanto fluxo nasal quanto oral, fato ocorrido devido ao rebaixamento do véu palatino. Conseqüentemente, o ar vindo dos pulmões passa por ambas as cavidades, oral e nasal.

A vogal alta /i/ apresentou o maior fluxo nasal entre as vogais, com mediana de 0,05dm³/s, as demais vogais nasais apresentam fluxo nasal entre 0,02dm³/s e 0,03dm³/s.

A relação entre altura da vogal e rebaixamento do véu palatino foi primeiramente apontada por Warren & DuBois (1964), porém seus achados sugerem que a produção de vogais altas leve a um maior fechamento do orifício velofaríngeo se comparada à produção das vogais baixas. Outros estudos também verificaram essa relação, como: Moll & Shiriner (1967), Lubker (1968), Bell-Berti (1976) e Bell-Berti et.al. (1979). Uma menor abertura velofaríngea sugere menor fluxo de ar nasal para as vogais altas, efeito não ocorrido no presente estudo. De fato, a vogal média /ẽ/ apresentou o menor fluxo nasal médio dentre as vogais. Uma possível hipótese para o ocorrido é que o tamanho da abertura velofaríngea possa não ser o único fator a influenciar na quantidade de ar passada pelo orifício. Assim, uma menor abertura do véu palatino não acarretaria em uma diminuição do fluxo de ar nasal.

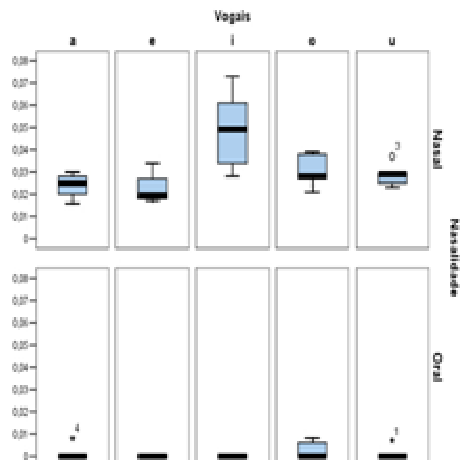


Figura 15 - Fluxo nasal médio das vogais orais e nasais (dm^3/s).

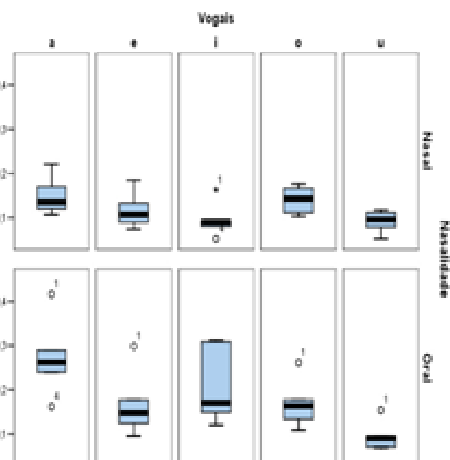


Figura 16 - Fluxo oral médio das vogais orais e nasais (dm^3/s).

Outra explicação seria que as vogais altas possuiriam menor volume de ar nasal, mas também seriam mais curtas do que as vogais não altas, o que traria uma semelhança de fluxo oral médio. Porém, observa-se na figura 17 que o volume de ar passado pela cavidade nasal foi também maior para a vogal alta \tilde{i} e bastante semelhante dentre as demais vogais, sendo novamente menor para a vogal média \tilde{e} .

Em relação à duração da nasalidade dentro da vogal (Figura 18), observa-se que a vogal \tilde{i} torna-se nasal ainda no início da vogal. Assim, descarta-se a segunda hipótese e verifica-se que a vogal alta \tilde{i} apresenta maior fluxo nasal devido ao alto volume de ar passado pela cavidade nasal durante período de tempo não muito longo.

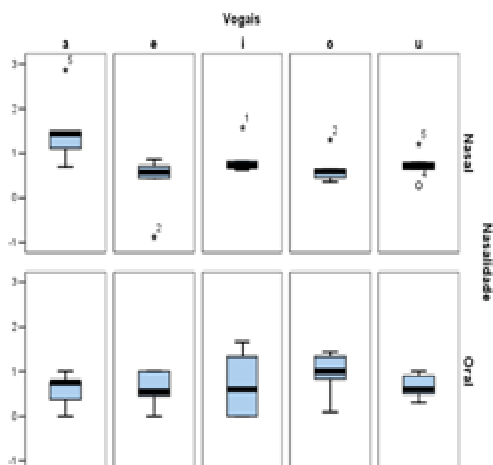


Figura 17 - Volume médio de saída de ar nasal (dm^3).

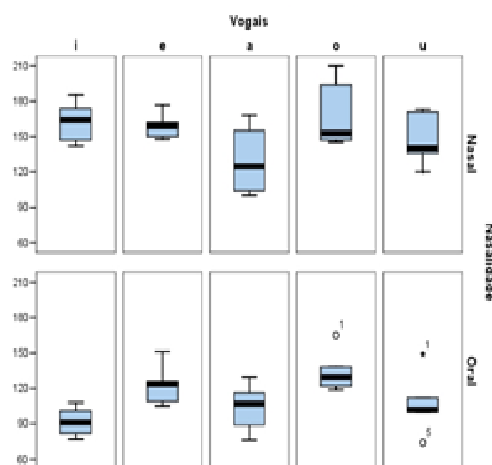


Figura 18 - Duração total da vogal (ms).

Em relação ao fluxo oral médio, as vogais nasais altas foram as que apresentaram menor fluxo, tendo \tilde{i} valor mediano de $0,09 \text{ dm}^3/\text{s}$ e \tilde{u} de $0,1 \text{ dm}^3/\text{s}$. As demais vogais nasais apresentaram fluxo oral médio entre $0,11 \text{ dm}^3/\text{s}$ e $0,14 \text{ dm}^3/\text{s}$. A razão para as vogais altas possuírem menor fluxo oral pode ser o fato de elas serem mais fechadas, ou seja, a mandíbula encontra-se menos aberta, diminuindo o tamanho da cavidade oral.

Todas as vogais orais tiveram maior fluxo oral médio do que as nasais, exceto $/u/$, que obteve um valor de fluxo bastante próximo ao de sua correspondente nasal. Dentre as vogais orais, o fluxo oral médio foi maior para a vogal $/a/$, cujo valor de mediana foi $0,26 \text{ dm}^3/\text{s}$, e menor para a vogal $/u/$, com mediana de $0,09 \text{ dm}^3/\text{s}$. Esse fato também pode estar relacionado ao tamanho da cavidade oral, pois a vogal $/a/$ apresenta grande abertura oral e a língua encontra-se mais abaixada, já a vogal $/u/$ apresenta menor abertura oral e o arredondamento dos lábios pode diminuir ainda mais esse tamanho. As demais vogais orais apresentaram fluxo oral médio entre $0,15 \text{ dm}^3/\text{s}$ e $0,17 \text{ dm}^3/\text{s}$.

A Figura 19 mostra os fluxos oral e nasal das vogais orais e a Figura 20 mostra os fluxos oral e nasal das vogais nasais. Observa-se que as vogais altas apresentam maior semelhança entre os valores de fluxo oral e nasal, devido ao alto fluxo nasal e baixo fluxo oral comparados às demais vogais. Já as vogais

baixa /ã/ e média /õ/ apresentaram maior discrepância entre esses valores, devido ao alto fluxo oral e baixo fluxo nasal.

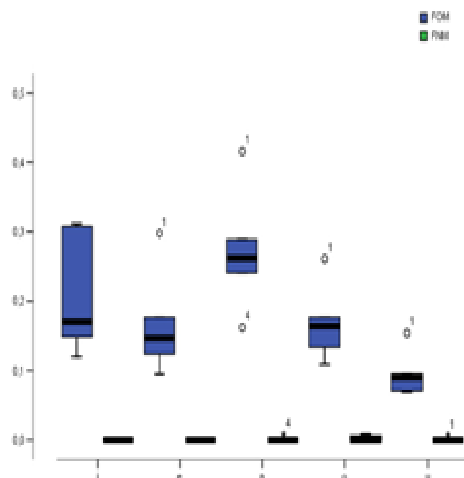


Figura 19 - Fluxos médios oral e nasal das vogais orais (dm³/s).

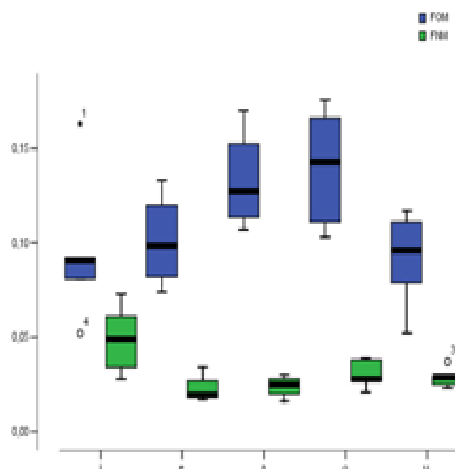


Figura 20 - Fluxos médios oral e nasal das vogais nasais (dm³/s).

A Figura 21 compara os valores de nasalância entre as vogais. Observe-se, dentre as vogais nasais, a relação entre esse parâmetro e a altura da língua. As vogais altas apresentaram maior nasalância do que as não-altas. A vogal /ũ/ obteve percentual mediano de 26,5% e o valor de /ĩ/ foi ainda maior (32,4%). As demais vogais nasais obtiveram valores medianos entre 15,9% e 17%. Delvaux (2008) também observou que a nasalância proporcional das vogais altas é significativamente maior do que a nasalância proporcional das vogais não-altas e acrescentou que essa diferença é insignificante ao comparar as vogais altas ou as não-altas entre elas. Isso indica uma menor abertura proporcional do véu palatino para as vogais não-altas quando comparadas às vogais altas.

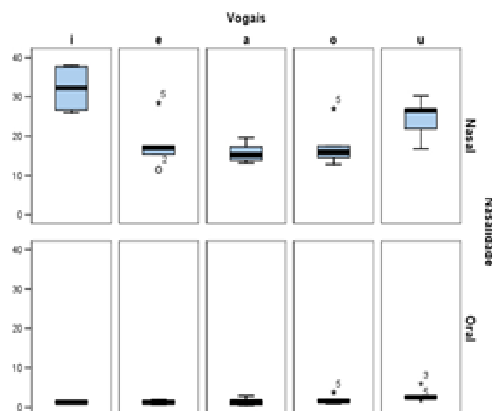


Figura 21 - Nasalância média das vogais orais e nasais (%).

Comparando as informações dos gráficos de fluxo e nasalância, resume-se que as vogais nasais altas possuem altos valores proporcionais de nasalância por possuírem grande fluxo nasal e pouco fluxo oral em comparação às demais vogais nasais. Uma hipótese para o ocorrido é que o ar vindo dos pulmões, ao chegar à cavidade oral, depara-se com um posicionamento de língua elevado, dificultando sua passagem por essa cavidade. Assim, ao encontrar o véu palatino aberto, grande parte do ar passa para a cavidade nasal.

Voltando aos achados de Warren & DuBois (1964), a relação entre altura da vogal e rebaixamento do véu palatino seria inversamente proporcional. Aparentemente, a explicação para tal fato é anatômica, devido à interação existente entre os órgãos fono-articulatórios. O movimento de abaixamento da mandíbula pode levar, também, ao rebaixamento do véu palatino como uma forma de ajuste muscular. Ainda baseando-se na anatomia, pode-se sugerir, então, que, no caso das vogais orais altas, não haveria necessidade de o palato mole se rebaixar na mesma proporção do que para as demais vogais, pois o alto posicionamento de língua funcionaria como uma barreira na cavidade oral ou uma rampa para a entrada do ar na cavidade nasal. O posicionamento de língua alto pode tornar o espaço para a passagem de ar pela cavidade oral menor do que o espaço velofaríngeo, facilitando a passagem do ar para a cavidade nasal. Em vogais não-altas, mesmo com uma maior abertura do véu palatino há maior facilidade de o ar passar pela cavidade oral, por essa estar ainda bastante aberta.

Tais fatos podem ser observados apenas através da análise aerodinâmica da fala, o que mostra a importância da realização de estudos que abranjam esse parâmetro.

Em suma, as vogais nasais altas, devido ao posicionamento de língua, tornam a cavidade oral estreita e o espaço do véu palatino, apesar de possivelmente menor em relação às demais vogais pelos motivos anatômicos expostos, encontra-se maior do que o da cavidade oral. Dessa forma, torna-se mais fácil para o ar passar pela cavidade nasal. A vogal nasal baixa, apesar de abrir mais o véu palatino, deixa com que o ar passe livremente pela maior cavidade, a cavidade oral. As vogais médias comportam-se segundo sua própria denominação, em posição mediana em relação às vogais altas e baixa.

Com o intuito de responder às perguntas que nortearam esse primeiro experimento com maior clareza, serão expostos a seguir os principais aspectos espaciais.

- As vogais orais não apresentam fluxo nasal, apenas oral. A não ser, talvez, resultante de ajuste articulatório do véu. Já as vogais nasais apresentam tanto fluxo nasal quanto oral.
- Todas as vogais orais tiveram maior fluxo oral médio do que as nasais, exceto /u/, que obteve um valor de fluxo bastante próximo ao de sua correspondente nasal.
- O fluxo oral médio foi maior para a vogal /a/ e menor para a vogal /u/.
- As vogais altas apresentaram maior semelhança entre os valores de fluxo oral e nasal, devido ao alto fluxo nasal e baixo fluxo oral.
- A vogal /ĩ/ apresentou o maior fluxo nasal entre as vogais devido ao alto volume de ar passado pela cavidade nasal.
- As vogais altas apresentaram maior nasalância do que as não altas.

Através dos achados obtidos pode-se inferir que o tamanho da abertura velofaríngea pode não ser o único fator de influência na quantidade de ar passada pelo orifício, mas também a altura da língua e o tamanho da abertura oral.

4.1.2 Aspectos Temporais

Em relação à duração, todas as vogais nasais são mais longas do que suas correspondentes orais, como apresentado na figura 22. A vogal alta [i] é a que mais se diferencia, pois é a vogal mais curta quando oral e mais longa quando nasal. Já a vogal baixa [a], apesar de uma notável diferença, é a que mais se aproxima nos valores oral e nasal, sendo a vogal mais curta entre as nasais.

Dentre as vogais nasais, a vogal alta /ĩ/ possui maior duração, em seguida estão as vogais médias /ẽ/ e /õ/, por último a vogais baixa /ã/. Essa relação não é observada para a vogal alta /ũ/ que é mais longa apenas do que a vogal baixa /ã/.

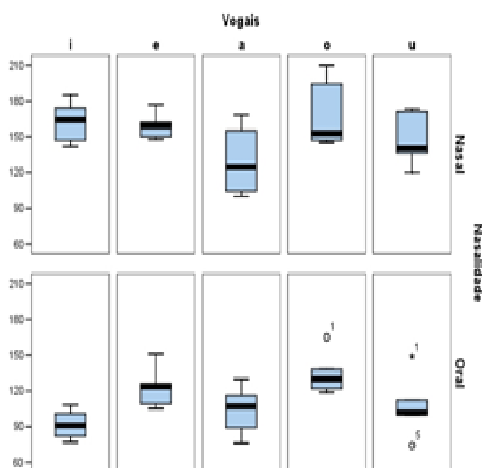


Figura 22 - Duração total das vogais orais e nasais (ms).

Ao analisar a Figura 23, verifica-se que as vogais altas se nasalizaram por mais tempo ao longo de suas produções, sendo a nasalidade observada em torno de 75% da vogal. Em seguida, as vogais médias apresentaram nasalidade em cerca de 70%. A vogal baixa /ã/ teve nasalidade ao longo de 59,4% de sua produção.

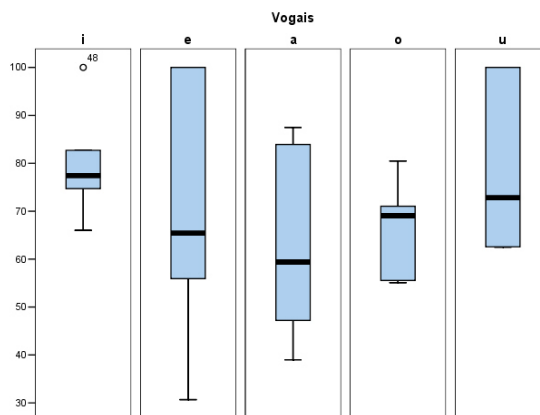


Figura 23 - Duração proporcional da porção nasal da vogal (%).

Como mostra a Figura 24, a vogal baixa /ã/ é a que permanece oral por mais tempo, sua oralidade atinge quase a metade da vogal, em seguida estão as vogais médias /ẽ/ e /õ/ respectivamente, as vogais altas são as que se nasalizam mais rapidamente, sendo a vogal anterior /i/ a que possui menor tempo de oralidade, com mediana de 22,5%. Segue-se, então, ao verificar a relação entre altura da vogal e nasalidade, a mesma linha de pensamento: quanto mais alta é a vogal, mais facilmente o ar passa pela cavidade nasal e, assim, maior são os valores de nasalidade.

Todas as vogais nasais atingem o maior grau de nasalidade ao final ou após sua produção, como mostra a figura 25. Os níveis acima de 100% mostram que o pico de nasalidade ocorreu após o término da vogal, o que aconteceu em cerca de 40% das produções. Esse fato ocorreu para a maior parte das produções da vogal /ẽ/ (cerca de 60%), em 40% das produções das vogais [ĩ], [õ] e [ũ] e em apenas 20% das produções da vogal [ã].

Como o fluxo nasal atingiu seu pico ao final ou após o término das vogais nasais, a nasalidade continuou presente após a produção de todas essas vogais, como mostra a figura 26. Essa nasalidade foi mantida por uma mediana de cerca de 68ms após o término da vogal, sugerindo a presença de murmúrio nasal.

Como a segmentação da vogal baseou-se em dados acústicos, o murmúrio nasal não foi considerado como parte da vogal.

A vogal /ã/ manteve a nasalidade após seu término por menor tempo, com mediana de 59ms. As vogais posteriores foram as que apresentaram nasalidade mais longa após suas produções. Isso explicaria o fato de a vogal /ũ/ possuir menor fluxo, nasalância e duração do que a vogal /ĩ/, já que a nasalidade após o término da vogal não foi levada em consideração.

Uma diferença articulatória entre as vogais anteriores e posteriores é o arredondamento dos lábios. Logo antes da saída para o meio externo, o ar se depara com essa limitação à sua passagem. Isso dificultaria a saída de ar pela a cavidade oral e favoreceria a saída de ar nasal, porém, tardiamente, já que o impedimento ocorre apenas ao final da passagem do ar pela cavidade oral.

As Figura 24, Figura 25 e Figura 26 foram colocadas em seqüência para facilitar a observação da dinâmica da nasalidade ao longo do tempo. Observa-se que todas as vogais são inicialmente orais e o início da nasalidade é verificado entre 22,5% e 40,7% após o início da produção. O pico de nasalidade é observado ao final da vogal ou ainda após o termino da mesma, entre 96,2% da vogal e 06% após essa. A nasalidade continua presente após a vogal por entre 59ms e 129ms.

Os achados aerodinâmicos obtidos revelam os mesmos fatos descritos em Sousa (1994) e Seara (2000) em relação à acústica das vogais nasais. Tanto este quanto aqueles estudos mostraram que a vogal não se nasaliza completamente de imediato, tendo características típicas de vogal nasal apenas no final de sua emissão. Como afirmado pelas autoras observa-se a presença de três fases durante a emissão da vogal nasal: oral, transitória e nasal.

Albano (1999) sugere que o movimento de abertura do véu seja mais lento do que o de mudança de posição da língua e, dessa forma, compreendem-se essas três fases naturalmente, explicando-se a dinâmica da nasalidade ao longo do tempo.

Segundo Sousa (1994), quanto mais longa a vogal, menor o murmúrio nasal. Tal fato não foi observado nesse estudo, como mostra a figura 26. A vogal /ẽ/ foi a mais curta das vogais e também a que apresentou menor duração de abertura do véu após seu término. A vogal /ĩ/ foi a mais longa das vogais e apresentou murmúrio apenas menor que /ẽ/. A vogal /õ/ foi menor que /ĩ/ e /ẽ/, mas apresentou o maior murmúrio dentre as vogais nasais.

Dando continuidade às respostas para as perguntas que nortearam o primeiro experimento, estão dispostas a seguir as principais características dinâmicas das vogais.

Todas as vogais nasais foram mais longas do que suas correspondentes orais, sendo que o par de vogais [i] e [ĩ] foram os que mais se diferenciaram nesses valores e o par [a] e [ã] os que mais se aproximaram.

- As vogais /ĩ/ e /ẽ/ apresentaram maior e menor duração respectivamente.
- As vogais nasais anteriores foram mais longas que as vogais nasais posteriores correspondentes.
- A vogal /ẽ/ permaneceu oral por mais tempo e, em seguida, as vogais médias. As vogais altas se nasalizaram mais rapidamente apresentando, portanto, nasalidade por mais tempo durante suas produções.
- Todas as vogais nasais atingem o maior grau de nasalidade ao final ou após suas produções, sugerindo a presença de murmúrio nasal.
- A vogal /ẽ/ manteve o véu palatino aberto após seu término por menor tempo.
- As vogais posteriores foram as que permaneceram com o véu palatino aberto por mais tempo após suas produções.

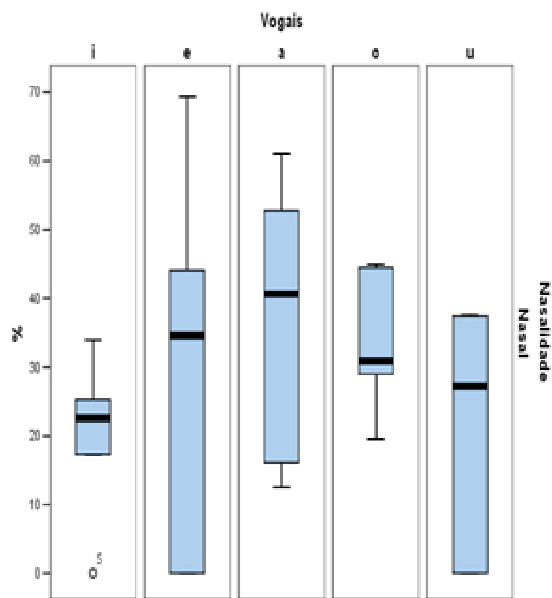


Figura 24 - Duração relativa da parte oral da vogal nasal (%).

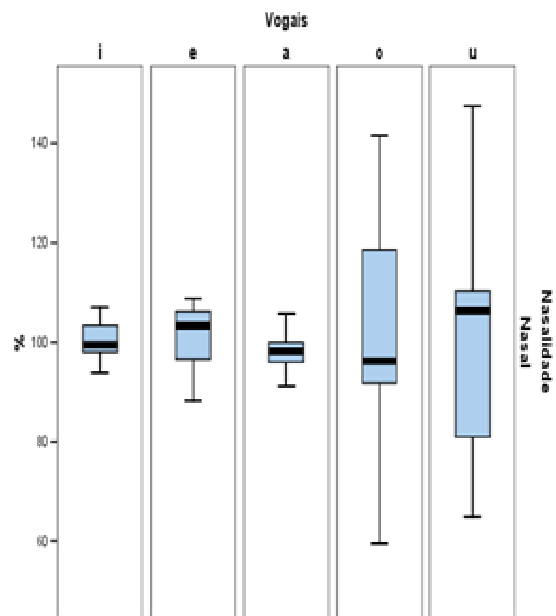


Figura 25 - Duração relativa até o pico de fluxo nasal (%).

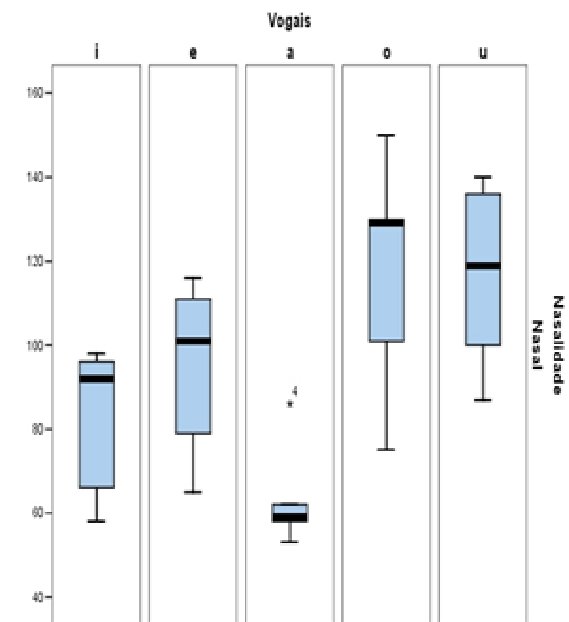


Figura 26 - Duração da nasalidade após o término da vogal (ms).

- Todas as vogais foram inicialmente orais e o início da nasalidade pôde ser verificado entre 20% e 45% após o início da produção.
- O pico de nasalidade foi observado ao final da vogal ou após o termino da mesma.
- A nasalidade continuou presente após a vogal por entre 50 e 130 ms.
- A duração da vogal não interferiu no tamanho do murmúrio nasal, como proposto por Sousa (1994), um resultado que pode indicar diferenças dialetais.

Os achados aerodinâmicos obtidos revelam os mesmos fatos ocorridos em Sousa (1994) e Seara (2000) ao demonstrar a presença de três fases durante a emissão da vogal nasal: oral, transitória e nasal.

A partir desses dados supôs-se que a altura da língua, a abertura do véu palatino, o tamanho da abertura oral e o arredondamento dos lábios podem interferir nos valores de duração da vogal.

Os achados encontrados reforçam as estimativas de Albano (1999) que sugere que a abertura vélica seja mais lenta que o movimento labial, explicando, assim, a dinâmica da nasalidade ao longo do tempo.

4.2 Experimento 2

O segundo experimento foi realizado com o intuito de comparar as características entre vogais em contexto idêntico e verificar se houve qualquer interferência nos resultados obtidos no primeiro experimento, já que o corpus elaborado no estudo de Sousa (1999) não isolou completamente tal aspecto.

Dessa forma, procura-se com o segundo experimento responder à seguinte pergunta: Os achados obtidos no primeiro experimento podem ter sido resultado de alguma interferência devido ao contexto de inserção da vogal?

Para responder tal pergunta, escolheram-se palavras contendo as vogais foco entre consoantes não-vozeadas devido à facilidade de segmentação da vogal. As vogais /a/ e /i/, como já pertenciam a esse contexto no experimento 1, não foram testadas novamente, portanto os valores obtidos foram reutilizados para o experimento 2. As demais vogais sofreram modificações em seus contextos e, por isso, foram inseridas em outras palavras e gravadas novamente.

4.2.1 Aspectos Espaciais

Assim como no experimento 1, observa-se na Figura 27 que as vogais orais não apresentam fluxo nasal, apenas oral. Já as vogais nasais apresentam tanto fluxo nasal quanto oral.

Verifica-se novamente a tendência de as vogais nasais altas apresentarem alto fluxo nasal e de as vogais nasais baixas apresentarem fluxo nasal menor.

A vogal alta /i/ continuou apresentando o maior fluxo nasal entre as vogais, com mediana de $0,05\text{dm}^3/\text{s}$. As vogais nasais /ã/ e /ẽ/ obtiveram valor mediano de fluxo nasal igual a $0,03\text{dm}^3/\text{s}$. Como o fluxo nasal da vogal /ẽ/ está mais alto no segundo experimento, ambas vogais /ã/ e /ẽ/ passaram a apresentar o menor fluxo nasal entre as vogais.

As vogais posteriores /õ/ e /ũ/ obtiveram maior fluxo nasal no estudo 2 do que no 1 ($0,04\text{dm}^3/\text{s}$). Esse fato pode ser explicado devido ao aumento do volume de ar passado pela cavidade nasal, como mostrado na Figura 28. No segundo experimento, as vogais posteriores aumentaram seu volume em cerca de 1dm^3 em relação aos valores do primeiro experimento. No primeiro experimento, as vogais altas e médias apresentaram volume bastante semelhante e a vogal /ã/ obteve o maior volume entre as vogais. Já no segundo experimento, as vogais posteriores obtiveram maior volume e a vogal /u/ passou a apresentar o maior volume de ar nasal entre as vogais.

Como as vogais posteriores no primeiro experimento precedem consoantes plosivas vozeadas, supõe-se que o vozeamento faça com que o volume de ar

nasal da vogal seja reduzido, porém, tal afirmação pode ser feita apenas perante a realização de outros estudos que levem em consideração tal fator.

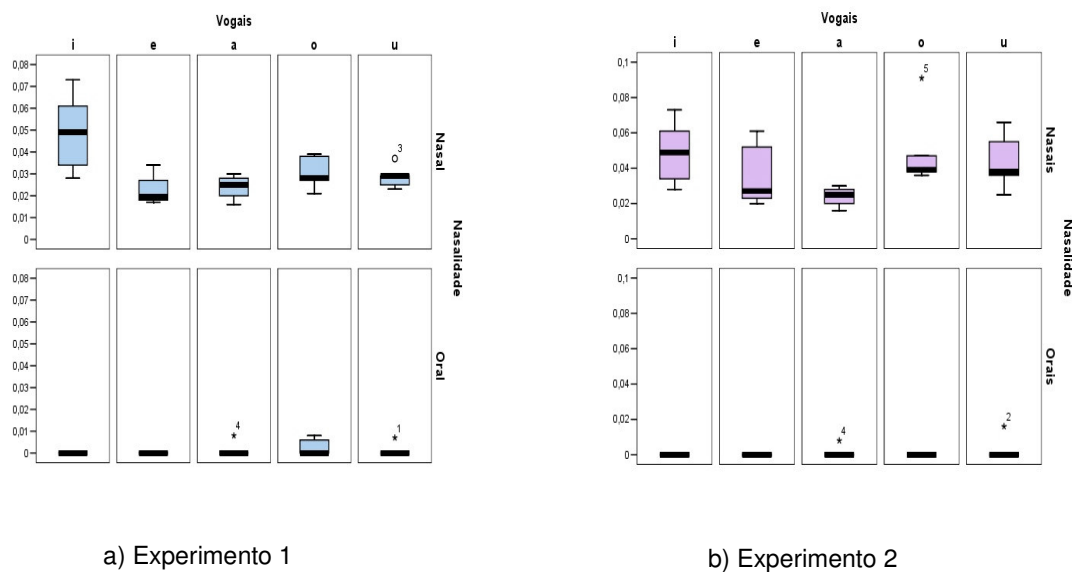


Figura 27 - Fluxo nasal médio das vogais nasais e orais nos experimento 1 e 2 (dm³/s).

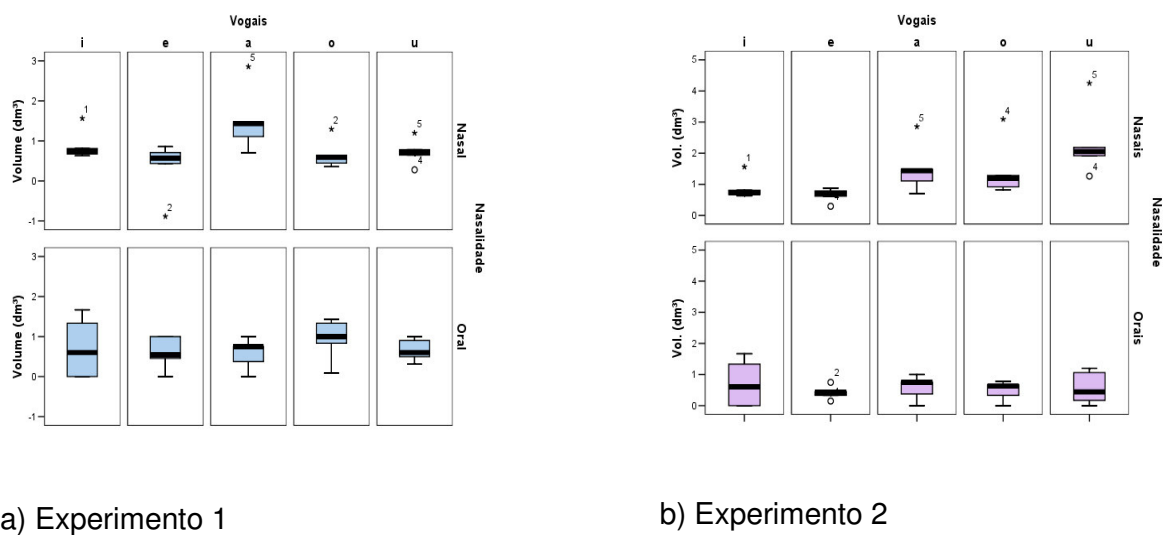
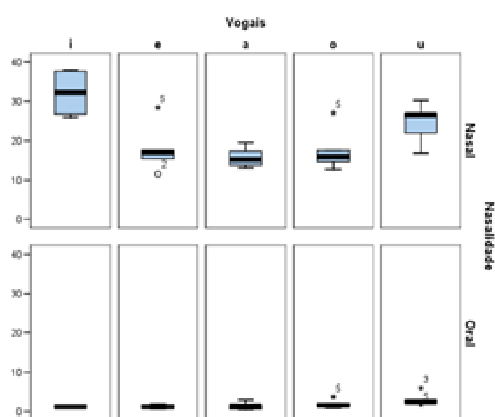


Figura 28 - Volume médio de ar nasal das vogais nasais e orais nos experimentos 1 e 2 (dm³).

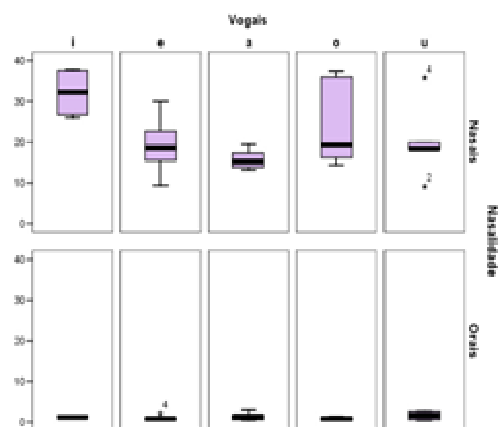
Na Figura 29, observa-se novamente a relação entre nasalância e altura da língua. Houve, porém, uma queda no valor de nasalância da vogal /ũ/, ficando

essa muito próxima às vogais médias, ocupando percentual de 18,4%. A vogal baixa ocupou novamente a posição de menor nasalância, com diferença um pouco mais acentuada no segundo experimento.

As vogais orais apresentaram pouco ou nenhum valor de nasalância em ambos os experimentos.



a) Experimento 1



b) Experimento 2

Figura 29 - Nasalância média das vogais nasais e orais nos experimentos 1 e 2(%).

A fim de responder à pergunta elaborada para esse experimento, serão expostos de forma sucinta os principais achados, a seguir:

- A vogal baixa /ã/ passou a apresentar o menor fluxo nasal entre as vogais.
- A vogal /ũ/ passou a apresentar o maior volume de ar nasal entre as vogais.
- Houve uma queda no valor de nasalância da vogal /ũ/.

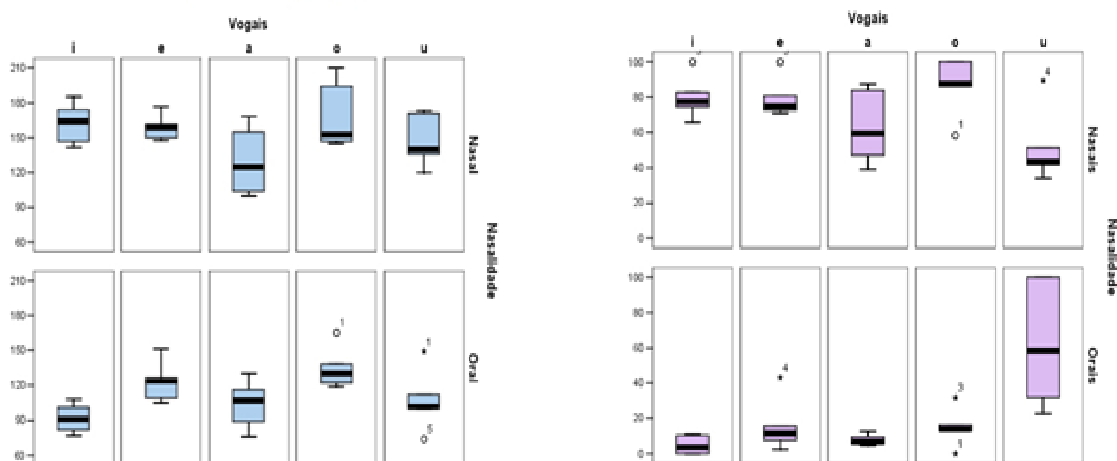
A partir dos achados obtidos observa-se uma relação ainda mais forte entre altura de língua, fluxo e volume de ar nasal, já que no segundo experimento as

vogais altas apresentaram alto fluxo nasal e a vogal /ã/ passou a apresentar o menor fluxo de ar nasal entre as vogais. Porém, a queda no valor de nasalância da vogal /u/ deixou essa relação menos evidente para esse aspecto no segundo experimento.

Apesar do exposto, o contexto parece não ter influenciado fortemente os achados espaciais do primeiro experimento.

4.2.2 Aspectos Temporais

Como no primeiro experimento, todas as vogais nasais são mais longas do que suas correspondentes orais, como apresentado na Figura 30. A vogal alta [i] continuou sendo a que mais se diferencia em relação à correspondente nasal e a vogal baixa [a], apesar de uma notável diferença, é novamente a que mais se aproxima nos valores oral e nasal. Observa-se novamente uma relação entre a duração da vogal e a altura da língua.



a) Experimento 1

b) Experimento 2

Figura 30 - Duração total das vogais nasais e orais nos experimentos 1 e 2 (ms).

A duração da porção nasal da vogal encontra-se diferente no segundo experimento em relação ao primeiro para as vogais posteriores (Figura 31). A vogal /o/ teve duração 18, 7% maior no experimento 2 e a vogal /u/ 29% menor.

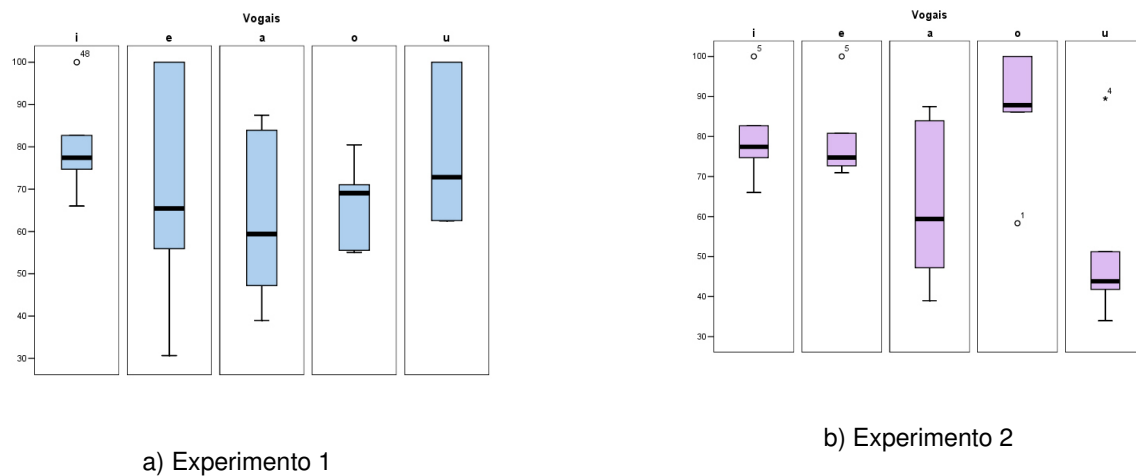


Figura 31 - Duração proporcional da porção nasal da vogal nos experimento 1 e 2 (%).

Ao analisarmos a parte oral da vogal nasal (Figura 32) nos experimentos 1 e 2 verificamos uma grande diferença de valores para as vogais posteriores. A vogal /õ/ iniciou sua nasalidade logo no início da vogal no segundo experimento, já a vogal /ũ/ iniciou a nasalidade após a metade da produção da vogal, fatos não ocorridos no primeiro experimento, onde as vogais /õ/ e /u/ apresentaram valores medianos semelhantes.

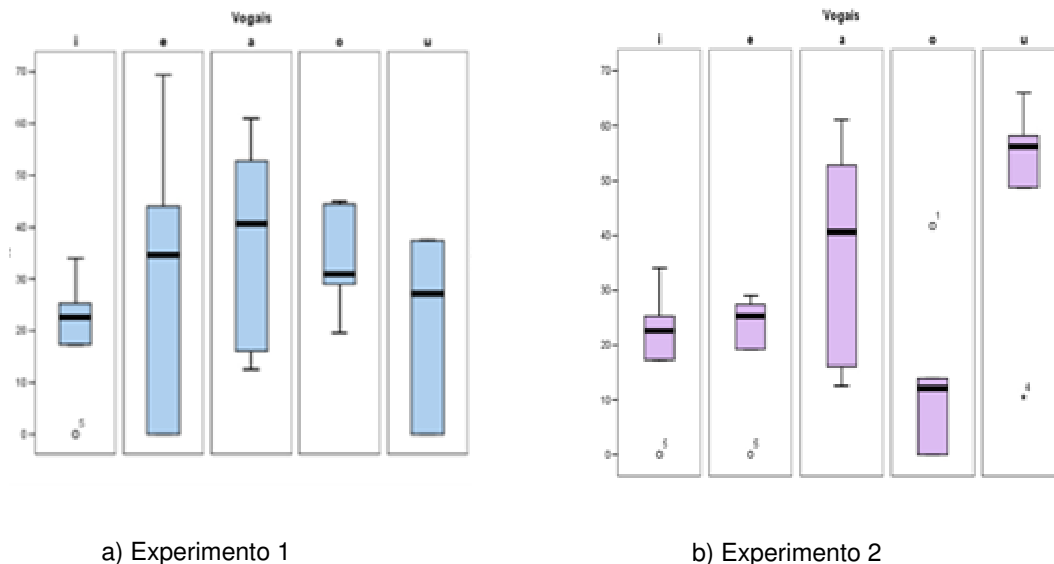


Figura 32 - Duração relativa do trecho oral da vogal nasal nos experimentos 1 e 2 (%).

Assim como no experimento 1, todas as vogais nasais atingem o maior grau de nasalidade ao final ou após sua produção, como mostra a Figura 33. A vogal /u/, que no primeiro experimento atingiu o pico de nasalidade posteriormente às demais, passou a atingir o pico 8,5% antes de seu término.

Além das diferenças no contexto, as palavras com inserção da vogal /u/ se diferenciaram nos dois experimentos em relação ao posicionamento da sílaba foco. No primeiro experimento, todas as palavras são dissílabas e a vogal em análise está em posição tônica. No segundo experimento, devido à inexistência de palavras dissílabas no referido contexto, a vogal /u/ oral e nasal foram analisadas em palavras polissílabas e fora da posição tônica. Tal fator pode ter interferido nos resultados obtidos no segundo experimento.

Além disso, o par de palavras que envolvem a vogal /u/ parece não ter sido elaborado com sucesso, já que a palavra “computador” apresenta nasalidade na sílaba anterior à vogal oral foco, dificultando sua segmentação e a palavra “acupuntura” é de difícil pronúncia, podendo ser expressa erroneamente, como “acumpuntura” ou “acumputura”. Como cada sujeito realizou três repetições, foi possível escolher aquela em que se pronunciaram os segmentos adequadamente.

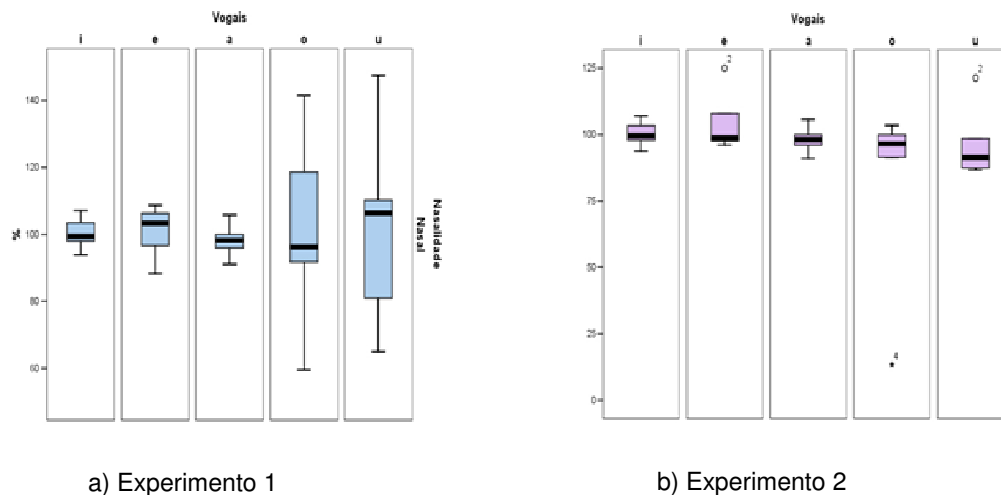
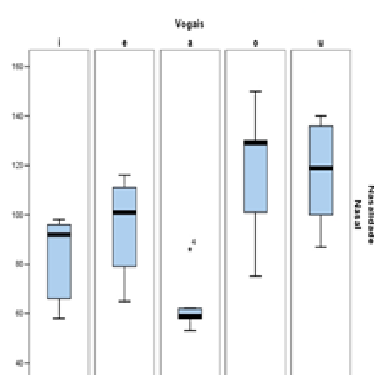


Figura 33 - Duração proporcional entre o início da vogal e o pico de nasalidade nos experimentos 1 e 2 (%).

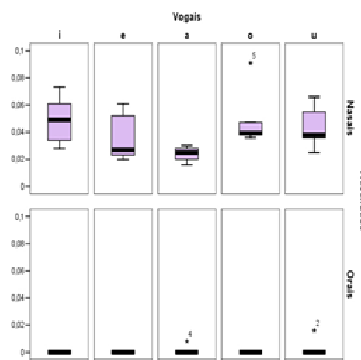
Ao comparar a presença de nasalidade após o término da vogal nos experimentos 1 e 2 (Figura 34), verificou-se certa mudança de valores das vogais posteriores. No primeiro experimento, tais vogais mantiveram o véu palatino aberto por entre 119 e 129ms após o término de suas produções, sendo essas vogais as que mantiveram essa abertura por mais tempo. Já no segundo experimento, observa-se uma grande diminuição desses valores, estando esses entre 68 e 73ms.

Tal modificação pode ser conseqüência de dois fatores: existência de interferência dada pelo contexto ou dificuldade de segmentação da vogal em tal contexto. Ambas as vogais, /õ/ e /ũ/, estão em contexto precedente à consoante plosiva vozeada /b/ no primeiro experimento. O vozeamento precedente à soltura dessa consoante costuma juntar-se ao vozeamento da vogal no espectrograma, trazendo dificuldade para a segmentação. Dessa forma, pode ter ocorrido uma anteriorização da marcação do final da vogal no espectrograma, o que trouxe a falsa impressão da presença de longa nasalidade após o término da vogal.

Fica, então, clara a presença de pouca nasalização após o término da produção da vogal posterior /ã/, porém, a relação entre altura de língua e tempo de nasalidade após o término da produção da vogal não pode ser afirmada. Sugere-se que novos estudos sejam realizados para verificação de tal fator.



a) Experimento 1



b) Experimento 2

Figura 34 - Duração da nasalidade após o término das vogais nasais nos experimentos 1 e 2 (ms).

Diante do exposto, observaram-se as seguintes alterações nos aspectos temporais das vogais ao comparar os dois primeiros experimentos:

- A vogal /o/ teve maior duração.
- A vogal /u/ obteve menor duração.
- A vogal /õ/ iniciou sua nasalidade logo no início da vogal.
- A vogal /ũ/ iniciou a nasalidade após a metade da produção da vogal.
- Houve uma diminuição do tempo de nasalidade após o término das vogais posteriores.
- Esses achados podem ter ocorrido devido aos seguintes fatores:
 - Diferença no tamanho da palavra e/ou na localização da vogal foco.
 - Elaboração mal sucedida do par de palavras que envolve a vogal /u/.
 - Dificuldade de segmentação da vogal.
 - Interferência do contexto nos achados do primeiro experimento.

4.3 Experimento 3

O último experimento tem como objetivo comparar as características aerodinâmicas das vogais orais, nasais e nasalizadas quando seguidas de consoantes plosivas e fricativas não-vozeadas. Para tal fim, a vogal /a/ foi inserida em sílabas tônicas de palavras dissílabas contendo os referidos contextos.

Nesse experimento procura-se responder às seguintes perguntas:

- 1 Quais são as diferenças aerodinâmicas existentes entre as vogais já pesquisadas, orais e nasais, e as vogais nasalizadas?
- 2 Como os contextos consonantais influem na aerodinâmica da nasalidade?

4.3.1 Aspectos Espaciais

O fluxo oral médio apresentou-se maior para as vogais orais, com mediana de 0,26 em cata e 0,31dm³/s em caça. Em seguida, encontram-se as vogais nasais e nasalizada, entre 0,14 e 0,18dm³/s (Figura 35).

As vogais nasais apresentaram o maior fluxo nasal médio, com mediana entre 0,03 e 0,04 dm³/s, como mostra a Figura 36. A vogal nasalizada apresentou fluxo nasal médio de 0,02dm³/s e as vogais orais, entre 0 e 0,01 dm³/s.

As vogais antecedendo consoantes fricativas apresentaram maior fluxo oral e nasal em relação às antecedendo consoantes plosivas. Observa-se, então, que tal posição favorece a passagem geral de ar vindo dos pulmões. Isso quer dizer que a interrupção completa da passagem de ar após a vogal pode afetar na aerodinâmica da mesma.

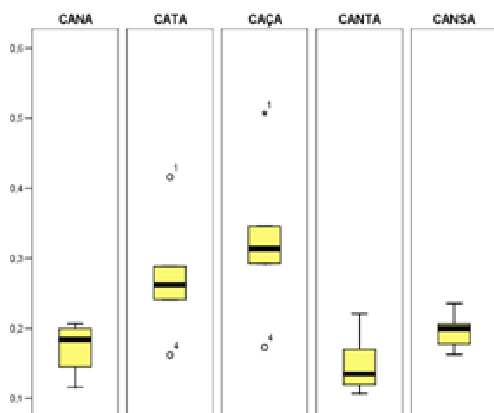


Figura 35 - Fluxo oral médio da vogal /a/ em diferentes contextos (dm³/s).

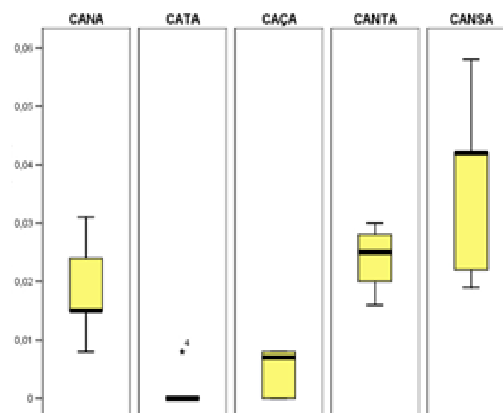


Figura 36 - Fluxo nasal médio da vogal /a/ em diferentes contextos (dm³/s).

Da mesma forma que o fluxo nasal, as vogais nasais apresentaram maior nasalância (em torno de 15,5%), como mostra a Figura 37, em seguida está a vogal nasalizada (10,4%) e, por último, as vogais orais apresentaram valores de nasalância próximos a 1% devido, talvez, às questões de ajuste muscular anteriormente expostas. Não foi possível observar, porém, interferência entre os contextos fricativos e plosivos.

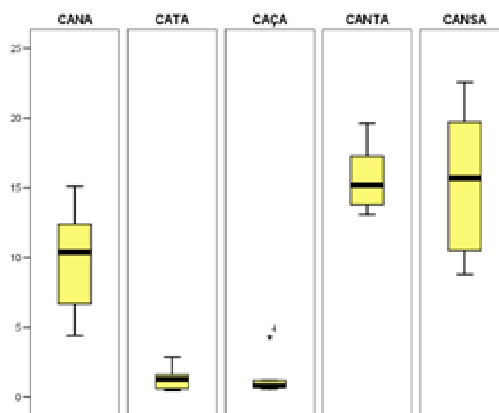


Figura 37 - Nasalância da vogal (%).

As vogais nasais apresentaram maior volume de ar nasal que as correspondentes orais, sendo que ambas vogais orais e nasais, quando

precedentes a consoantes fricativas apresentaram maior volume que as vogais precedentes a consoantes plosivas (Figura 38). A vogal nasalizada apresentou o menor volume de ar nasal dentre as vogais.

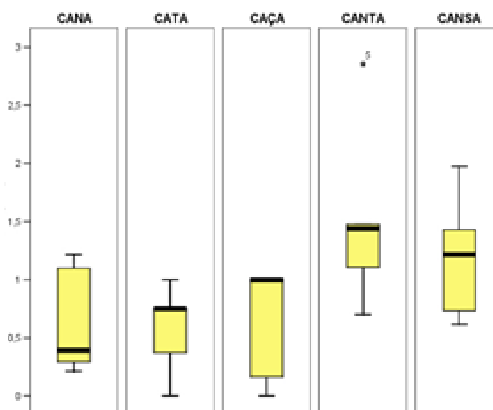


Figura 38 - Volume de saída de ar nasal da vogal (dm3).

A fim de responder às perguntas que envolvem o experimento 3, os principais achados espaciais estão expostos a seguir:

As vogais nasais apresentaram maior fluxo nasal médio e nasalância, seguidas da vogal nasalizada e oral, respectivamente.

As vogais precedentes de consoantes fricativas apresentaram maior fluxo oral e nasal, bem como maior volume de ar nasal em relação às precedentes a consoantes plosivas.

4.3.2 Aspectos Temporais

Como nos experimentos 1 e 2, as vogais nasais foram novamente mais longas que suas correspondentes orais, como apontado na Figura 39. As vogais que precedem consoantes fricativas são mais longas que as que precedem consoantes plosivas. Observa-se, inclusive, que a mediana de duração da vogal oral precedendo consoante fricativa é mais alta do que a mediana de tempo da vogal nasal que precede uma consoante plosiva.

Esse resultado pode ser explicado devido ao fato de a produção de uma consoante plosiva necessitar de um bloqueio e de um acúmulo de ar na cavidade oral para sua produção. Assim, o véu palatino pode precisar ser elevado com maior agilidade. Como para a produção de consoantes fricativas o fluxo de ar é contínuo, esse fechamento pode ocorrer mais lentamente.

A vogal nasalizada não se diferenciou das vogais nasais, ocupando posição intermediária a essas em relação à mediana de suas durações.

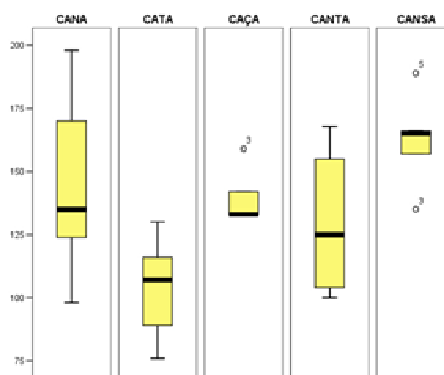


Figura 39 - Duração total da vogal (ms).

Na Figura 40, observa-se que a vogal nasalizada é a que apresenta nasalidade por mais tempo durante a produção, 75,56% da vogal é nasal. Em seguida, estão as vogais nasais, onde a nasalidade ocupa cerca de 60%. A nasalidade das vogais orais dura menos de 11% das suas produções. Há uma suave tendência de as vogais precedentes a consoantes fricativas apresentarem maior duração da nasalidade.

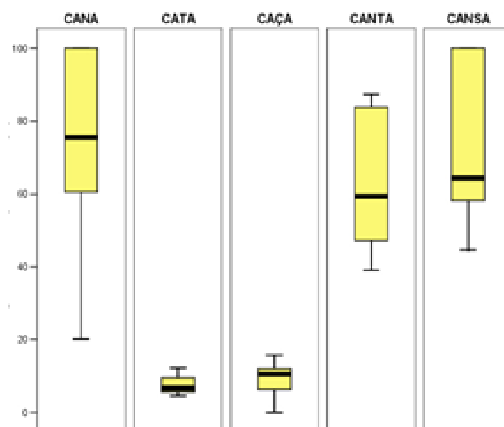


Figura 40 - Duração relativa da porção nasal da vogal (%).

Como mostra a Figura 41, a vogal nasalizada iniciou sua nasalização antes da vogal nasal. A vogal nasalizada permanece oral por 24,44% de sua produção. Já as vogais nasais apenas se nasalizam após 40% de sua produção.

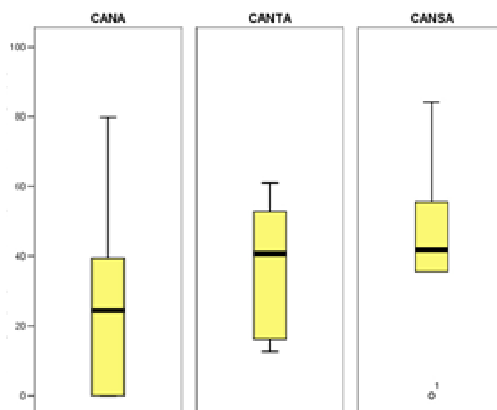
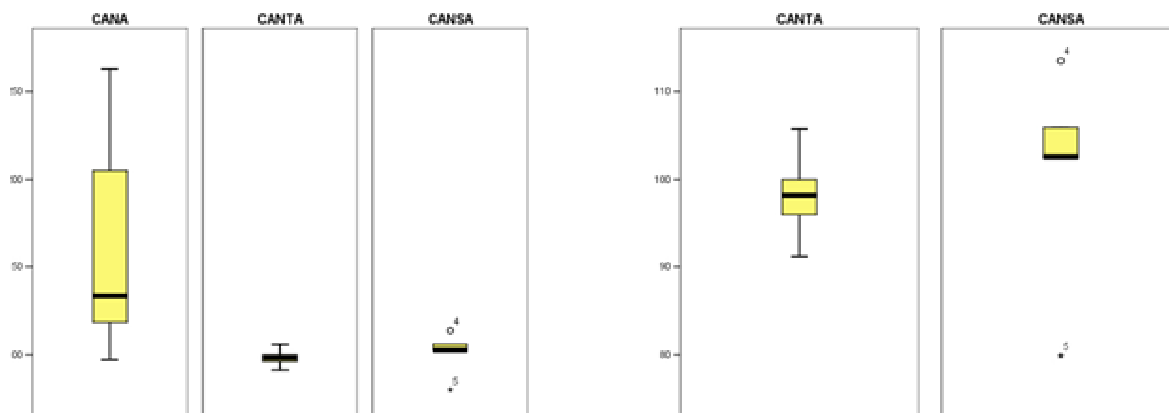


Figura 41 - Duração proporcional da parte oral da vogal (%).

Segundo a Figura 42 a nasalidade atinge seu ápice bastante tempo após o término da vogal nasalizada, logo após o término das vogais nasais precedentes a consoantes fricativas e ao final da produção das vogais nasais precedidas a consoantes plosivas.



a) Vogais nasais e nasalizadas em larga escala.

b) Vogais nasais em menor escala.

Figura 42 - Duração proporcional entre o início e o pico de nasalidade da vogal (%).

Após o término da vogal (Figura 43), a vogal nasalizada mantém sua nasalidade por mais tempo quando comparada à vogal nasal (231ms após o término da vogal). A vogal nasal antecedendo consoante fricativa mantém sua nasalidade após o final da vogal por quase o dobro do tempo da vogal nasal antecedendo consoante plosiva, sendo esses valores cerca de 118ms e 59ms respectivamente.

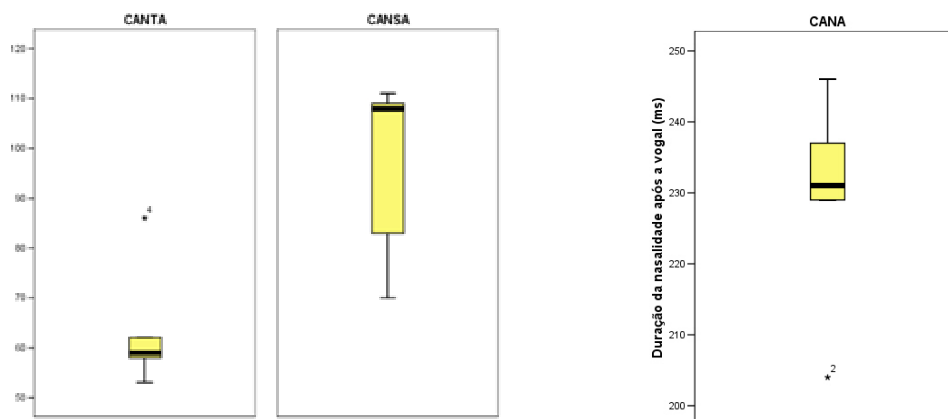
Em resumo, a vogal nasalizada inicia sua nasalidade antes da vogal nasal, o véu atinge seu ápice de abertura após o término da vogal e continua aberto por mais tempo após o final de sua produção. Isso ocorre devido à presença de uma consoante nasal em posição seguinte à vogal, pois, dessa forma, a nasalidade pode ser mantida sem qualquer interrupção. Pode-se, então, inferir claramente que o véu palatino permanece aberto até o final da consoante nasal.

Já as vogais nasais, por antecederem uma consoante não-nasal, possuem menos tempo para se nasalizarem. Elas apresentam, entretanto, maior fluxo nasal e, conseqüentemente, maior nasalância do que as vogais nasalizadas.

Ou seja, as vogais nasalizadas apresentam características nasais mais suaves e são, porém, mais longas em termos de nasalidade que as vogais nasais.

As vogais nasais, ao contrário, são mais intensas em suas características nasais, porém mais curtas em termos de nasalidade do que as vogais nasalizadas.

Além disso, dentre as vogais nasais, observa-se que a vogal precedente a uma consoante fricativa mantém sua nasalidade por mais tempo após a vogal em relação à vogal que precede uma consoante plosiva. Tal fato decorre da brusca interrupção da passagem de ar e do acúmulo do mesmo na cavidade oral para a produção de uma consoante plosiva. Como a passagem de ar não é bloqueada para a produção de fricativas e sim contínua, a nasalidade também pode ser mantida por mais tempo.



a) Vogais orais, nasais.

b) Vogal nasalizada.

Figura 43 - Duração proporcional da nasalidade após a vogal (ms).

Em resumo, o terceiro experimento traz os seguintes achados temporais:

- As vogais que precedem consoantes fricativas são mais longas que as que precedem consoantes plosivas.
- A vogal nasalizada apresenta nasalidade por mais tempo durante a produção do que as vogais nasais.
- A vogal nasalizada inicia o movimento de abertura do véu palatino antes da vogal nasal, atinge seu ápice de nasalidade após o termino

da vogal e continua com o véu palatino aberto por mais tempo após o final de sua produção.

- As vogais nasalizadas apresentam características nasais mais suaves e são, porém, mais longas em termos de nasalidade que as vogais nasais.
- As vogais nasais são mais intensas em suas características nasais, porém mais curtas em termos de nasalidade do que as vogais nasalizadas.

A diferença de duração da nasalidade pode ser explicada pela presença de uma consoante nasal em posição seguinte à vogal, pois, dessa forma, a nasalidade pode ser mantida sem qualquer interrupção. Fato que não ocorre nas vogais nasais por estarem posicionadas antes de consoantes plosivas ou fricativas.

As diferenças encontradas nas vogais nasais nos contextos testados podem ser explicadas devido ao fato de a produção de uma consoante plosiva necessitar de um bloqueio e de um acúmulo de ar na cavidade oral para sua produção, assim, o véu palatino pode precisar ser elevado com maior agilidade. Como para a produção de consoantes fricativas o fluxo de ar é contínuo, esse fechamento pode ocorrer mais lentamente.

5. CONCLUSÃO

Essa dissertação teve como objetivos descrever como as vogais do Português Brasileiro se diferenciam em termos aerodinâmicos e quais características articulatórias podem ser inferidas a partir dos dados aerodinâmicos. Embora não seja um trabalho experimental no sentido de testar hipóteses previamente definidas, resumem-se a seguir as principais conclusões do ponto de vista descritivo.

Com a observação dos aspectos aerodinâmicos espaciais, obteve-se dados capazes de caracterizar as vogais nasais e diferenciá-las das vogais orais. As vogais orais, por manterem o véu palatino fechado durante suas produções (a não ser por questões de ajuste muscular), possuem alto fluxo oral e pouco ou nenhum fluxo nasal. A vogal oral /a/ apresenta fluxo oral mais elevado que as demais devido à grande abertura da cavidade oral e ao posicionamento de língua rebaixado, facilitando a saída de ar. Já as vogais nasais apresentam tanto fluxo oral quanto nasal, devido à abertura do véu palatino durante suas produções. Observa-se uma relação entre altura de língua e os aspectos espaciais: fluxo nasal, nasalância e volume de ar nasal. Apesar de inesperado, devido às suposições precedentes baseadas em dados anatômicos e acústicos, as vogais nasais altas tendem a possuir características espaciais de nasalidade mais intensas. Esse fato pode ser explicado devido à posição dos órgãos fonoarticulatórios: com a mandíbula mais fechada e a língua mais alta, a cavidade oral encontra-se mais fechada, favorecendo a passagem do ar pela cavidade nasal. Se o véu palatino encontra-se menos aberto para a produção das vogais altas, tal como sugerido em outros estudos, então pode-se inferir que o tamanho da abertura velofaríngea pode não ser o único fator de influência na quantidade de ar passada pelo orifício, mas também a altura da língua e o tamanho da abertura oral.

Os aspectos aerodinâmicos temporais trouxeram dados também sobre a dinâmica das vogais. Observou-se que as vogais nasais possuem maior duração do que suas correspondentes orais, fato bastante discutido em estudos sobre

nasalidade. Outro fato já apresentado em dados acústicos e também encontrado aqui em dados aerodinâmicos é a presença de três fases durante a produção da vogal nasal. A vogal nasal inicialmente apresenta as mesmas características de uma vogal oral, em seguida ela vai se nasalizando até atingir um pico de nasalidade, que geralmente encontra-se entre o meio e o final da vogal, e o véu palatino continua aberto ao final de sua produção, possibilitando a visualização de nasalidade. Assim, pode-se concluir que não há uma correspondência entre o movimento dos articuladores orais e o do véu palatino. O véu palatino inicia o seu movimento de abertura após a abertura dos articuladores orais e o de fechamento após a finalização do movimento realizado por aqueles. Há uma tendência de as vogais altas iniciarem a nasalização antes das demais vogais, em seguida estão as vogais médias e a vogal nasal baixa seria a última a apresentar nasalidade em sua produção.

Através do terceiro experimento, diferenciaram-se as vogais nasais das vogais nasalizadas e orais e, também, verificou-se a influência de dois contextos após a vogal: plosivo e fricativo. Apesar deste estudo não ter levado em consideração todas as vogais do Português Brasileiro, foi possível observar alguns aspectos relevantes. A vogal nasal se diferencia da vogal nasalizada por apresentar maior fluxo nasal médio e maior nasalância. Quando antecedente à consoante fricativa, a vogal possui maior fluxo oral, fluxo nasal, nasalância, maior volume de ar nasal e fica também mais longa em relação à vogal antecedente a consoante plosiva. Em relação aos aspectos temporais, as vogais nasalizadas iniciam o movimento de abertura do véu palatino antes da vogal nasal, atinge o ápice de nasalidade após o término de sua produção e continua com o véu palatino aberto por mais tempo que a vogal nasal. Dessa forma, pode-se concluir que as vogais nasalizadas apresentam características mais suaves, porém são mais longas em termos de nasalidade. Já as vogais nasais são mais intensas em suas características de nasalidade, porém possuem nasalização mais curta. A partir do exposto, pode-se inferir que a vogal nasalizada pertence a uma classe diferente daquelas nas quais se encontram as vogais nasal e oral, por apresentar características espaciais e temporais bastante distintas e próprias, porém, outros

estudos devem ser realizados levando em consideração todas as vogais pertencentes ao Português Brasileiro, possibilitando conclusões mais precisas.

A partir dos achados expostos conclui-se que a análise aerodinâmica acrescenta fatos importantes para a caracterização da nasalidade e traz inferências articulatórias que podem não ser percebidas por outros meios de análise.

6. RELAÇÃO DA BIBLIOGRAFIA

ALBANO, E.C. O Português Brasileiro e as controvérsias da fonética atual: pelo aperfeiçoamento da fonologia articulatória. **D.E.L.T.A.**, v.15, n. especial, p.25-50, 1999.

BELL-BERTI, F. An eletromyographic study of velopharyngeal function in speech. **Journal of Speech and Hearing Research**, v.19, p.225-240, 1976.

BELL-BERTI, F. *et. al.* Coarticulatory effects of vowel quality on velar function. **Phonetica**, v.36, p.187-193, 1979.

BELL-BERTI, F. Understanding velic motor control: studies of segmental context. In: Hufman, M. K.& Krakow, R.A. **Phonethics and Phonology**: nasal, nasalization and velum, v.5, San Diego: Academic Press, 1993.

BLACK, J. W. The pressure component in the production of consonants. **Journal of Speech & Hearing Disorders**, v.15, 1950.

CAGLIARI, L. C. **Elementos de fonética do Português Brasileiro**. 1981. Tese (Doutorado em lingüística) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CÂMARA Jr., J.M. **Estrutura da língua Portuguesa**. Petrópolis: Vozes, 1970.

CÂMARA Jr., J.M. **Dicionário de lingüística e gramática**: Referente à Língua Portuguesa. 11. ed. Petrópolis: Vozes, 1984.

DELVAUX, V. *et. al.* The aerodynamics of nasalization in French. **Journal of Phonetics**, v.36, p.578-606, 2008.

DOTEVALL, M.D. *et.al.* Nasal airflow patterns during the velopharyngeal closing phase in speech in children with and without cleft palate. **Cleft Palate-Craniofacial Journal**, v. 38, n. 4, p. 358-373, 2001.

HOLLINSHEAD, W.H. **Livro texto de anatomia humana**. Ed. Harper & Row do Brasil Ltda, 1980.

JESUS, M.S.V. **Estudo fonético da nasalidade vocálica em falantes normais e com fissura de palato enfoque acústico**. 1999. Dissertação (Mestrado em lingüística) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

JOOS, M. Acoustic phonetics. **Language**, v. 24, p.1-136, 1948.

LADEFOGED, P. **Elements of acoustic phonetics**. Chicago & London: The University of Chicago Press, 1996.

LADEFOGED, P. & MADDIESON, I. **The sounds of the world's languages**. Oxford, UK & Cambridge: Blackwell Publishers, 1996.

LAINE, T. *et. al.* Screening of velopharyngeal closure based on nasal airflow rate measurements. **Cleft Palate Journal**, v.25, n.3, 1988.

LOVATTO, L. *et. al.* A fiberscopic analysis of nasal vowels in Brazilian Portuguese. In: **16 th Internation Congress of Phonetic Sciences**, August, 6-10, 2007, Saarbrucken Germany.

LUBKER, J.F. & MOLL, K.L. Simultaneous oral-nasal air flow measurements and cinefluorographic observations during speech production. **Cleft Palate Journal**, v.2. 1965. 257- 272.

LUBKER, J. F. An elotromyographic-cinefluorographic investigation of velar function during normal speech production. **Cleft Palate Journal**. v.5, p.1-18, 1968.

MAEDA, M. Acoustic of vowels nasalization and articulatory shifts in French nasal vowel. In: Hufman, M. K.& Krakow, R.A. **Phonethics and Phonology**: nasal, nasalization and velum, v.5, San Diego: Academic Press, p.147-167, 1993.

MOLL, K. L. Velopharyngeal closure on vowels. **Journal of speech and hearing research**, v.5, n.1, p.30-37, 1962.

MOLL, K.L. & SHRINER, T. Preliminary investigation of a new concept of velar activity during speech. **Cleft Palate Journal**. v.4, p.58-69, 1967.

MOON, J.B. & WEINBERG, B. Two simplified methods for estimating velopharyngeal Area. **Cleft Palate Journal**, v.22, n.1, 1985.

MORAES, J.A. Vowel nasalization in Brazilian Portuguese: an articulatory investigation. In: **Proceedings of the Eurospeech**. European Speech Communication Association (ESCA), v.2, 1997.

RAPOSO DE MEDEIROS, B. & DEMOLIM, D. Vogais nasais do Português Brasileiro: um estudo de MRI. **Revista da Abralín**, v.5, p.131-142, 2006.

RAPOSO DE MEDEIROS, B. R.; D'IMPERIO, M.; ESPESSER, R. La voyelle nasale en Portugais Brésilien et son appendice nasal: étude acoustique et aérodynamique. **Journées d'Etude sur la Parole**. Avignon: France, 2008.

SEARA, I.C. **Estudo acústico-perceptual da nasalidade das vogais do Português Brasileiro**. 2000. 200 F. Tese (doutorado em lingüística) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SILVA, T.C. **Fonética e Fonologia do Português**: Roteiro de estudos e guia de exercícios. São Paulo: Contexto. 2001.

SILVERMAN, D. **A critical introduction to phonology**: of sound, mind, and body. London/New York: Continuum Books, 2006.

SMITH, B.E. & Guyette T.W. Estimation of nasal cross-sectional areas, using oral versus nasal pressure measurements. **Cleft Palate Journal**, v.25, n.3, 1988.

SOUSA, E. M. G. **Para a caracterização fonético-acústica da nasalidade do Português do Brasil**. 1994. Dissertação (mestrado em lingüística). LAFAPE-IEL- Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

WARREN, D.W. Velopharyngeal orifice size and upper pharyngeal pressure-flow patterns in normal speech. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v.33. n.2. Feb, p.148-162, 1964.

WARREN, D.W. & DuBOIS, A.B. A pressure-flow technique for measuring velopharyngeal orifice area during continuous speech. **Cleft Palate Journal**, v.1, n.52, 1964.

WARREN *et. al.* A pressure-flow technique for quantifying temporal patterns of palatopharyngeal closure. **Cleft Palate Journal**, v.22, n.1, Jan, 1985.

WARREN *et. al.* The speech regulating system: temporal and aerodynamic responses to velopharyngeal inadequacy. **Journal of Speech and Hearing Research**, v.32, 1989.

WARREN, D.W., DALSTON, R.M. & MAYO, R. Aerodynamics of nasalization. In: Hufman, M. K.& Krakow, R.A. **Phonethics and Phonology**: nasal, nasalization and velum, v.5. San Diego: Academic Press, p.119-145, 1993.

WARREN, D.W., DALSTON, R.M. & MAYO, R. Aerodynamics of nasalization. In: Hufman, M. K.& Krakow, R.A. **Phonethics and Phonology**: nasal, nasalization and velum, v.5. San Diego: Academic Press, p.119-145,1993.

7. ANEXO

Anexo A - Tabela com estatísticas das variáveis estáticas do experimento 1. (n=5)

Vogais		Nasalidade									
		Oral					Nasal				
Variáveis		Max	Mea	Med	Min	DP	Max	Mea	Med	Min	DP
i	Nasal	1,40	1,18	1,2	0,9	,23	38,	32,2	32,4	26	6,4
	FOM	,31	,21	,17	,12	,09	,16	,10	,09	,05	,04
	FNM	0	0	0	0	0	,07	,05	,05	,03	,02
	Volume	1,67	,72	,6	0	,76	1,56	,88	,72	,63	,39
e	Nasal	1,9	1,2	1,2	,60	,49	28,4	18	17,	11,5	6,3
	FOM	,3	,17	,15	,1	,08	,19	,12	,11	,07	,04
	FNM	0	0	0	0	0	,03	,02	,02	,02	,01
	Volume	1	,6	,55	0	,42	,85	,34	,57	-,89	,7
a	Nasal	2,90	1,38	1,3	,5	,97	19,6	15,8	15,2	13,1	2,7
	FOM	,42	,27	,26	,16	,09	,22	,15	,14	,11	,05
	FNM	,01	0	0	0	0	,03	,02	,03	,02	,01
	Volume	1	,58	,75	0	,39	2,86	1,52	1,44	,7	,81
o	Nasal	3,7	1,86	1,5	,9	1,1	27	17,6	15,9	12,8	5,6
	FOM	,26	,17	,16	,11	,06	,18	,14	,14	,1	,03
	FNM	,01	0	0	0	0	,04	,03	,03	,02	,01
	Volume	1,43	,94	1	,09	,53	1,3	,67	,6	,36	,37
u	Nasal	5,9	3	2,5	1,70	1,7	30,2	24,4	26,5	16,8	5,2
	FOM	,15	,1	,09	,07	,03	,12	,09	,1	,05	,03
	FNM	,01	0	0	0	0	,04	,03	,03	,02	,01
	Volume	1	,66	,6	,31	,29	1,2	,73	,72	,28	,33

Max = Máximo
 Mea = Média
 Med = Mediana
 Min = Mínimo
 DP = Desvio Padrão
 Nasal = Nasalidade
 FOM = Fluxo Oral Médio
 FNM = Fluxo Nasal Médio

Anexo B - Tabela com estatísticas das variáveis dinâmicas do experimento 1. (n=5)

Vogais		Nasalidade									
		Oral					Nasal				
Variáveis		Max	Mea	Med	Min	DP	Max	Mea	Med	Mini	Std
i	Duração	108	91,8	91	77	13	185	162	164	142	18
	Nasvog	10,9	4,94	3,66	0	5,3	100	80,1	77,5	66	13
	PIN	.	.	.	.	.	34,0	19,8	22,5	0	13
	PPICO	.	.	.	.	.	107	100	99,5	93,9	5,1
	COART	13	-17	0	-92	42	98	82	92	58	18
e	Duração	151	123	124	105	18	177	159	159	148	12
	Nasvog	13,8	8,9	11,3	1,99	5,2	100	70,4	65,4	30,7	30
	PIN	.	.	.	.	.	69,3	29,6	34,6	0	30
	PPICO	.	.	.	.	.	109	100	103	88,3	8,3
	COART	-63	-93	-97	-109	19	116	94	101	65	22
a	Duração	130	104	107	76	21	168	130	125	100	30
	Nasvog	12,3	7,73	6,58	4,67	3,1	87,5	63,4	59,4	39	22
	PIN	.	.	.	.	.	61	36,6	40,7	12,5	22
	PPICO	.	.	.	.	.	106	98,2	98,2	91,2	5,4
	COART	120	6,6	19	-92	88	86	64	59	53	13
o	Duração	165	135	130	119	18	210	170	153	145	30
	Nasvog	42,0	17,3	9,24	1,82	17	80,5	66,2	69,1	55,1	11
	PIN	.	.	.	.	.	44,9	33,8	30,9	19,5	11
	PPICO	.	.	.	.	.	142	102	96,2	59,5	31
	COART	2	-37	-26	-102	43	150	117	129	75	29
u	Duração	149	107	102	74	27	173	148	140	120	23
	Nasvog	37,5	21,1	18,6	6,04	12	100	79,6	72,8	62,5	19
	PIN	.	.	.	.	.	37,5	20,4	27,2	0	19
	PPICO	.	.	.	.	.	148	102	106	65	32
	COART	-2	-48	-51	-81	34	140	116	119	87	23

Max = Máximo
 Mea = Média
 Med = Mediana
 Min = Mínimo
 DP = Desvio Padrão

Nasvog = Nasalidade da Vogal
 PIN = Ponto de Início da Nasalidade

PPICO = Ponto de pico de Nasalidade
 COART = Nasalidade Após o Término da Vogal

Anexo C - Tabela com estatísticas das variáveis estáticas do experimento 2. (n=5)

Vogais		Nasalidade									
		Oral					Nasal				
Variáveis		Max	Mea	Med	Min	DP	Max	Mea	Med	Min	DP
i	FOM	,31	,21	,17	,12	,09	,16	,10	,09	,05	,04
	FNM	,00	,00	,00	,00	,00	,07	,05	,05	,03	,02
	Nasal	1,40	1,18	1,20	,90	,23	38,0	32,9	32,4	26,0	6,6
	Volume	1,67	,72	,60	,00	,76	1,56	,88	,72	,63	,39
e	FOM	,39	,26	,25	,16	,09	,22	,16	,16	,08	,06
	FNM	,00	,00	,00	,00	,00	,06	,04	,03	,02	,02
	Nasal	2,00	,94	,80	,50	,61	30,0	19,2	18,6	9,40	7,7
	Volume	,75	,42	,43	,15	,22	,88	,66	,71	,30	,22
a	FOM	,42	,27	,26	,16	,09	,22	,15	,14	,11	,05
	FNM	,01	,00	,00	,00	,00	,03	,02	,03	,02	,01
	Nasal	2,90	1,38	1,30	,50	,97	19,6	15,8	15,2	13,1	2,7
	Volume	1,00	,58	,75	,00	,39	2,86	1,52	1,44	,70	,81
o	FOM	,33	,26	,28	,19	,06	,22	,17	,18	,06	,06
	FNM	,00	,00	,00	,00	,00	,09	,05	,04	,04	,02
	Nasal	1,30	,86	,80	,60	,30	37,5	24,7	19,4	14,4	11
	Volume	,78	,48	,63	,00	,31	3,10	1,46	1,19	,83	,93
u	FOM	,37	,29	,29	,15	,08	,25	,18	,17	,11	,05
	FNM	,02	,00	,00	,00	,01	,07	,04	,04	,03	,02
	Nasal	2,60	1,54	1,60	,40	1,0	35,8	20,3	18,4	9,10	9,6
	Volume	1,20	,58	,44	,00	,53	4,25	2,33	2,05	1,27	1,1

Max = Máximo
 Mea = Média
 Med = Mediana
 Min = Mínimo
 DP = Desvio Padrão
 Nasal = Nasalância
 FOM = Fluxo Oral Médio
 FNM = Fluxo Nasal Médio

Anexo D - Tabela com estatísticas das variáveis dinâmicas do experimento 2. (n=5)

Vogais		Nasalidade									
		Oral					Nasal				
Variáveis		Max	Mea	Med	Min	DP	Max	Mea	Med	Min	DP
i	Duração	108	91,8	91	77	13	185	162	164	142	18
	Nasvog	10,9	4,95	3,66	,00	5,3	100	80,2	77,5	66	13
	PIN	.	.	.	.	.	34	19,8	22,5	0	13
	PPICO	.	.	.	.	.	107	100	99,5	93,9	5,1
	COART	13	-17	0	-92	42	98	82	92	58	19
e	Duração	128	113	117	93	14,2	177	163	164	148	13
	Nasvog	43	16	11,4	2,44	15,8	100	79,8	74,7	71	12
	PIN	.	.	.	.	.	29,0	20,2	25,3	0	12
	PPICO	.	.	.	.	.	125	105	98,8	96	12
	COART	44	-23	4	-92	61,8	120	90,6	92	70	20
a	Duração	130	104	107	76	21	168	130	125	100	30
	Nasvog	12,3	7,73	6,58	4,67	3,1	87,5	63,4	59,4	39	22
	PIN	.	.	.	.	.	61,0	36,6	40,6	12,5	22
	PPICO	.	.	.	.	.	106	98,2	98,2	91,2	5,4
	COART	120	6,6	19	-92	88	86	64	59	53	13
o	Duração	138	122	126	94	17	204	168	165	148	21
	Nasvog	31,8	14,9	13,8	0	11	100	86,5	87,8	58,3	17
	PIN	.	.	.	.	.	41,7	13,5	12,7	0	17
	PPICO	.	.	.	.	.	104	81,0	96,6	13,4	38
	COART	0	-43	-35	-89	33	109	79	73	53	21
u	Duração	100	67,4	57,0	52,0	20	164	146	152	122	17
	Nasvog	100	62,7	58,5	22,8	36	89,5	52,1	43,8	34	22
	PIN	.	.	.	.	.	66,0	48	56,2	10,5	22
	PPICO	.	.	.	.	.	121	97,1	91,5	86,5	14
	COART	53	-1	2	-44	36	98	70	68	48	20

Max = Máximo
 Mea = Média
 Med = Mediana
 Min = Mínimo
 DP = Desvio Padrão

Nasvog = Nasalidade da Vogal
 PIN = Ponto de Início da Nasalidade
 PPICO = Ponto de pico de Nasalidade
 COART = Nasalidade Após o Término da Vogal

**Anexo E - Tabela com estatísticas das variáveis estáticas do experimento 3.
(n=5)**

Palavras	Variáveis	Max	Mea	Med	Min	DP
CATA	Nasal	2,90	1,38	1,30	,50	,97
	FOM	,42	,27	,26	,16	,09
	FNM	,01	0	0	0	0
	Volume	1	,58	,75	0	,39
CAÇA	Nasal	4,3	1,52	,8	,6	1,57
	FOM	,51	,33	,31	,17	,12
	FNM	,01	0	,01	0	0
	Volume	1	,63	1,00	0	,51
CANTA	Nasal	19,6	15,8	15,2	13,1	2,66
	FOM	,22	,15	,14	,11	,05
	FNM	,03	,02	,03	,02	,01
	Volume	2,86	1,52	1,44	,7	,81
CANSA	Nasal	22,6	15,46	15,7	8,8	5,87
	FOM	,24	,2	,2	,16	,03
	FNM	,06	,04	,04	,02	,02
	Volume	1,97	1,19	1,22	,62	,55
CANA	Nasal	15,1	9,8	10,4	4,4	4,3
	FOM	,21	,17	,18	,12	,04
	FNM	,03	,02	,02	,01	,01
	Volume	1,21	,64	,40	,21	,48

Max = Máximo
 Mea = Média
 Med = Mediana
 Min = Mínimo
 DP = Desvio Padrão
 Nasal = Nasalância
 FOM = Fluxo Oral Médio
 FNM = Fluxo Nasal Médio

Anexo F - Tabela com estatísticas das variáveis dinâmicas do experimento 3. (n=5)

Palavras	Variáveis	Max	Mea	Med	Min	DP
CATA	Duração	130	103,6	107	76	21,43
	Nasvog	12,31	7,73	6,58	4,67	3,13
	PIN	.	.	.	.	.
	PPICO	.	.	.	.	.
	COART	120	6,6	19	-92	88,46
CAÇA	Duração	159	140	133	133	11,31
	Nasvog	15,79	8,93	10,53	0	6,04
	PIN	.	.	.	.	.
	PPICO	.	.	.	.	.
	COART	0	-34,4	-11	-115	48,62
CANTA	Duração	168	130,4	125	100	30,29
	Nasvog	87,5	63,4	59,36	39	21,66
	PIN	61	36,6	40,65	12,5	21,66
	PPICO	105,77	98,24	98,21	91,2	5,35
	COART	86	63,6	59	53	12,93
CANSA	Duração	189	162,4	165	135	19,41
	Nasvog	100	73,45	64,44	44,59	25,28
	PIN	84,21	43,40	41,80	0	30,65
	PPICO	113,53	100,87	102,55	79,89	12,56
	COART	111	96,2	108	70	18,59
CANA	Duração	198	145	135	98	39,32
	Nasvog	100	71,27	75,56	20,16	33,15
	PIN	79,84	28,74	24,44	0	33,15
	PPICO	263,27	163,42	133,53	96,97	68,94
	COART	246	229,4	231	204	15,66

Max = Máximo
 Mea = Média
 Med = Mediana
 Min = Mínimo
 DP = Desvio Padrão

Nasvog = Nasalidade da Vogal
 PIN = Ponto de Início da Nasalidade
 PPICO = Ponto de pico de Nasalidade
 COART = Nasalidade Após o Término da Vogal

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)