



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ESTUDOS DA LINGUAGEM**

RAFAELA MICHELS MARTINS

**ASPECTOS ACÚSTICOS DAS VOGAIS NASAIS
DO GUARANI-MBYÁ**

**CAMPINAS
2024**

RAFAELA MICHELS MARTINS

**Aspectos acústicos das vogais nasais
do Guarani-Mbyá**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Estudos de Linguagem da Universidade Estadual de Campinas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Linguística.

Orientação: Prof^a Dr^a Eleonora Cavalcante Albano

Coorientação: Prof^a Dr^a Ivana Pereira Ivo

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida pela aluna Rafaela Michels Martins, orientada pela Prof^a Eleonora Cavalcante Albano e coorientada pela Prof^a Ivana Pereira Ivo.

CAMPINAS

2024

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Estudos da Linguagem
Ana Lúcia Siqueira Silva - CRB 8/7956

M366a Martins, Rafaela Michels, 1997-
Aspectos acústicos das vogais nasais do Guarani-Mbyá / Rafaela Michels
Martins. – Campinas, SP : [s.n.], 2024.

Orientador: Eleonora Cavalcante Albano.

Coorientador: Ivana Pereira Ivo.

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

1. Nasalidade (Fonética). 2. Língua Guarani Mbya. 3. Vogais. I. Albano,
Eleonora Cavalcante, 1950-. II. Ivo, Ivana Pereira. III. Ivo, Ivana Pereira, 1966-.
IV. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Estudos da Linguagem.
VI. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Acoustic aspects of Guarani-Mbyá's nasal vowels

Palavras-chave em inglês:

Nasality (Phonetics)

Mbya language

Vowels

Área de concentração: Linguística

Titulação: Mestra em Linguística

Banca examinadora:

Eleonora Cavalcante Albano [Orientador]

Wilmar da Rocha D'Angelis

Izabel Christine Seara

Data de defesa: 27-03-2024

Programa de Pós-Graduação: Linguística

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-6942-2426>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/9939966934469336>



BANCA EXAMINADORA:

Eleonora Cavalcante Albano

Wilmar da Rocha D'Angelis

Izabel Christine Seara

**IEL/UNICAMP
2024**

Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria de Pós Graduação do IEL.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Paulo César Ribeiro Martins, que me ensinou a ter paciência e perseverança, que confiou em mim mesmo quando eu não confiei, que é meu maior incentivo no mundo acadêmico, que me mostrou a importância de sempre ir em frente e ter esperança em dias melhores;

À minha mãe, Márcia Michels, por toda a dedicação e cuidado comigo durante toda a vida, por me ouvir e me apoiar incondicionalmente, mesmo com a dor da distância;

À Professora Eleonora Albano, por compartilhar comigo seu conhecimento, ser um exemplo de intelectualidade e me ensinar a ter autonomia nesta jornada;

À Professora Ivana Ivo, pela ajuda inestimável durante todo este processo, por me ensinar Guarani e por ceder suas gravações da língua Guarani-Mbyá, permitindo que este trabalho fosse desenvolvido. Não há palavras para agradecer o compartilhamento desse material maravilhoso!

À minha irmã, Bárbara Michels Martins, e à minha vizinha, Nora Martins, mulheres inspiradoras que tenho orgulho de ter em minha família;

Aos meus melhores amigos e futuros grandes linguistas, Gabriel Walter Fuchsberger e Isabella Flud, que foram essenciais para que eu me mantivesse sã nessa jornada acadêmica, que torceram imensamente por mim, assim como torço imensamente por eles;

À minha querida amiga Marcela de Souza, presente da Unicamp e mestre em Linguística, pelas conversas, desabafos e por estar presente em momento de alegria e de tristeza;

À Professora Izabel Christine Seara, minha primeira orientadora, que foi quem primeiro me ensinou a fazer pesquisa e despertou minha paixão pela fonética e pelas línguas indígenas. Agradeço também pela presença em minha banca de qualificação e e em minha banca de defesa;

Ao Professor Wilmar D'Angelis, pelos preciosos comentários e sugestões no exame de qualificação e na banca de defesa;

Aos Professores Angel Corbera Mori e Luciana Raccanello Storto, por aceitarem o convite como suplentes em minha banca de defesa;

Aos Professores e Professoras Ana Livia Agostinho, Angel Cobera Mori, Filomena Sandalo, Plínio Barbosa, Beatriz Raposo de Medeiros e demais professores que me formaram nos estudos de fonética e fonologia;

Aos colegas de LAFAPE, Carla Diaz e Antonio Pessotti, que me auxiliaram carinhosamente nas minhas dúvidas e questões, e aos demais integrantes do grupo, pela parceria;

Aos funcionários do IEL, que me auxiliaram gentilmente sempre que precisei;

Aos falantes Guarani-Mbyá, que me inspiram a seguir no estudo e pesquisa dessa língua e povo encantadores;

Ao meu amor, Gabriel Gaspar Bíscaró, por ser luz em minha vida e fazer tudo valer a pena!

Agradeço, por fim, a todos que me apoiaram de alguma forma para que este sonho se tornasse realidade.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

O fenômeno de nasalização é um dos fatores mais característicos da fonologia da língua Guaraní. O Guaraní-Mbyá, variedade falada em diversos estados brasileiros, possui seis vogais orais /a ɛ i ɔ u ɨ/ e seis vogais fonêmicas nasais /ã ẽ ĩ õ ũ ỹ/. Essas vogais nasais ocorrem no núcleo de sílabas tônicas e são apontadas como gatilhos de nasalidade. O espriamento de nasalidade ocorre principalmente à esquerda e atinge diversos segmentos, podendo nasalizar a palavra inteira. A partir desse contexto, este trabalho busca analisar aspectos acústicos das vogais dessa língua. Investigamos a produção das vogais nasais e das orais, a caráter contrastivo, em termos de (i) duração; (ii) frequência de formantes; (iii) presença de diferentes fases. Nossa metodologia contou com uma pesquisa instrumental em que utilizamos áudios de fala de três falantes nativos Guaraní-Mbyá e analisamos as emissões vocálicas no software Praat. Nossos resultados apontaram que as vogais nasais são significativamente mais longas que suas contrapartes orais e que todas possuem uma porção de apêndice nasal. Também demonstramos que a duração da fase nasal (sem apêndice) das vogais nasais pouco difere da duração das vogais orais, concluindo que a fase de apêndice de fato confere maior duração aos segmentos. A vogal oral mais longa da amostra foi [a], mas, em relação às nasais, cada falante demonstrou diferenças nas durações mais longas e mais breves. Apesar da inserção de formantes nasais nas vogais nasais, poucas delas demonstraram diferenças significativas no F1 e F2 em relação às suas contrapartes orais, no entanto, as maiores diferenças foram registradas no F3, frequência mais alta e mais afetada pela nasalidade. Ao comparar vogais tônicas e pré-tônicas, demonstramos que as vogais tônicas são geralmente mais longas que as pré-tônicas, exprimindo que o acento tônico tem influencia nesse aspecto. As características formânticas de vogais tônicas e pré-tônicas pouco diferem. Sugerimos que a duração prolongada e a presença do apêndice nasal são os elementos mais relevantes para a percepção de nasalidade das vogais dessa língua.

Palavras-chave: Nasalidade, Guaraní-Mbyá, Vogais.

ABSTRACT

The phenomenon of nasalization is one of the most characteristic factors in the phonology of the Guaraní language. Guaraní-Mbyá, a variety spoken in several Brazilian states, has six oral vowels /a ɛ i ɔ u i/ and six nasal phonemic vowels /ã ẽ ĩ õ ũ ỹ/. These nasal vowels occur in the nucleus of stressed syllables and are identified as nasality triggers. The spread of nasality occurs mainly to the left and affects several segments, being able to nasalize the entire word. From this context, this work seeks to analyze acoustic aspects of the vowels of this language. We investigated the production of nasal and oral vowels, contrastively, in terms of (i) duration; (ii) formant frequency; (iii) presence of different phases. Our methodology included instrumental research in which we used speech audios from three native Guaraní-Mbyá speakers and analyzed vowel emissions in the Praat software. Our results showed that nasal vowels are significantly longer than their oral counterparts and that they all have a portion of a nasal appendage. We also demonstrated that the duration of the nasal phase (without appendix) of nasal vowels differs little from the duration of oral vowels, concluding that the appendix phase in fact gives greater duration to the segments. The longest oral vowel in the sample was [a], but, in relation to the nasals, each speaker demonstrated differences in the longest and shortest durations. Despite the insertion of nasal formants in nasal vowels, few of them demonstrated significant differences in F1 and F2 in relation to their oral counterparts, however, the greatest differences were recorded in F3, the highest frequency and most affected by nasality. By comparing tonic and pre-tonic vowels, we demonstrated that tonic vowels are generally longer than pre-tonic ones, expressing that the tonic accent has an influence on this aspect. The formant characteristics of stressed and pre-stressed vowels differ little. We suggest that the prolonged duration and the presence of the nasal appendage are the most relevant elements for the perception of nasality of vowels in this language.

Key-words: Nasality, Guaraní-Mbyá, Vowels.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organização gestual envolvida na ocorrência de nasalização no PB. À esquerda, sem apêndice nasal e, à direita, com apêndice nasal	34
Figura 2 – Imagem utilizada como estímulo para a pronúncia da palavra adxaka ‘cesto’	40
Figura 3 – Tela do Praat como exemplo de segmentação dos dados (falante IV). Nos tiers: 1. Palavra; 2. Som-alvo; 3. Tradução	42
Figura 4 – Tela do Praat como exemplo de segmentação dos dados (falante IV). Nos tiers: 1. Palavra; 2. Som-alvo; 3. Tradução	42
Figura 5 – Exemplo de segmentação dos dados (falante IV). Nos tiers: 1. Palavra; 2. Som-alvo; 3. Tradução	43
Figura 6 – Oscilograma e espectrograma da vogal tônica [ã] em [ĩ'kwã] 'dedo dele/a' (falante IV).....	48
Figura 7 – Oscilograma e espectrograma da vogal tônica [a] em [i'kwa] 'buraco' (falante IV)	49
Figura 8 – Espectro de Fourier da vogal nasal tônica [ã] (linha tracejada em vermelho) e da vogal oral tônica [a] (linha contínua preta) (falante IV)	51
Figura 9 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [ẽ] em [kwārãpẽ'pẽ] 'abóbora' (falante IV)	52
Figura 10 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [ɛ] em [kõmã'ndaro'pɛ] 'vagem de feijão' (falante IV).....	53
Figura 11 – Espectro de Fourier da vogal nasal tônica [ẽ] (linha tracejada em vermelho) e da vogal oral tônica [ɛ] (linha contínua preta) (falante IV)	54
Figura 12 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [ĩ] em [tãtã'tĩ] 'fumaça' (falante JA).....	55
Figura 13 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [i] em [dʒa.gwarepo'tĩ] 'fezes de cachorro' (falante JA)	56
Figura 14 – Espectro de Fourier da vogal nasal tônica [ĩ] (linha tracejada em vermelho) e da vogal oral tônica [i] (linha contínua preta) (falante JA)	57
Figura 15 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [õ] em [mẽ'rõ] 'melão' (falante LI).....	58
Figura 16 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [ɔ] em [tagwa'tɔ] 'gavião' (falante LI).....	59
Figura 17 – Espectro de Fourier da vogal nasal tônica [õ] (linha tracejada em vermelho) e da vogal oral tônica [ɔ] (linha contínua preta) (falante LI)	60
Figura 18 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [ũ] em [nãtĩ'ũ] 'pernilongo' (falante JA)	61
Figura 19 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [u] em [mandi'dʒu] 'algodão' (falante JA)	62
Figura 20 – Espectro de Fourier da vogal nasal tônica [ũ] (linha tracejada em vermelho) e da vogal oral tônica [u] (linha contínua preta) (falante JA)	63
Figura 21 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ã] em [tãtã'pĩ] 'brasa' (falante LI).....	66

Figura 22 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ã] em [nã'ndi] 'banha' (falante LI).....	67
Figura 23 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [a] em [dʒeta'pa] 'tesoura' (falante LI).....	69
Figura 24 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ẽ] em [kwãrãpẽ'pẽ] 'abóbora' (falante LI).....	70
Figura 25 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ẽ] em [mẽ'fõ] 'melão' (falante IV).....	71
Figura 26 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ɛ] em [mbe'ru] 'mosca' (falante LI).....	73
Figura 27 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ɪ] em [ɪ'tfã] 'corda' (falante LI).....	74
Figura 28 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ɪ] em [mĩ'mbi] 'flauta' (falante LI).....	75
Figura 29 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [i] em [tʃo'ʔo mbi'tʃi] 'carne assada' (falante LI).....	76
Figura 30 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [õ] em [mãĩnõ'ɪ] 'beija-flor' (falante IV).....	77
Figura 31 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ɔ] em [mbo'ka] espingarda (falante IV).....	78
Figura 32 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ũ] em [kũ'ɲã] 'mulher' (falante LI).....	79
Figura 33 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [u] em [ãngu'dʒa] 'rato' (falante LI).....	80
Figura 34 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ɪ] em [hẽĩ'mã] 'perna dele/a' (falante LI).....	81
Figura 35 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [i] em [ki'tʃɛ] 'faca' (falante IV).....	82
Figura 36 – Duração total (ms) média das vogais orais e nasais tônicas (falante IV).....	85
Figura 37 – Duração total (ms) média das vogais orais e nasais tônicas (falante LI).....	87
Figura 38 – Duração total (ms) média das vogais orais e nasais tônicas (falante JA).....	88
Figura 39 – Duração total (ms) média das vogais orais e nasais tônicas de todas as falantes.....	90
Figura 40 – Duração média da fase nasal e do apêndice nasal das vogais nasais (falante IV).....	92
Figura 41 – Duração média da fase nasal e do apêndice nasal das vogais nasais (falante LI).....	94
Figura 42 – Duração média da fase nasal e do apêndice nasal das vogais nasais (falante JA).....	95
Figura 43 – Duração da fase nasal e do apêndice nasal em vogais nasais (média das três falantes).....	96
Figura 44 – Duração média das vogais pré-tônicas (falante IV).....	102
Figura 45 – Duração média das vogais pré-tônicas (falante LI).....	103

Figura 49 – Duração média das vogais pré-tônicas (falante JA).....	105
Figura 47 – Duração das vogais pré-tônicas (média das três falantes)	106
Figura 48 – Espaço acústico da dispersão de vogais tônicas orais e nasais (falante IV) ...	114
Figura 49 – Espaço acústico das vogais tônicas orais e nasais (falante IV)	115
Figura 50 – Espaço acústico da dispersão de vogais tônicas orais e nasais (falante LI)....	117
Figura 51 – Espaço acústico das vogais tônicas orais e nasais (falante LI)	118
Figura 52 – Espaço acústico da dispersão de vogais tônicas orais e nasais (falante JA) ..	120
Figura 53 – Espaço acústico das vogais tônicas orais e nasais (falante JA).....	121
Figura 54 – Espaço acústico das vogais pré-tônicas (falante IV).....	132
Figura 55 – Espaço acústico das vogais tônicas e pré-tônicas (falante IV).....	134
Figura 56 – Espaço acústico das vogais pré-tônicas (falante LI)	136
Figura 57 – Espaço acústico das vogais tônicas e pré-tônicas (falante LI)	138
Figura 58 – Espaço acústico das vogais pré-tônicas (falante JA).....	140
Figura 59 – Espaço acústico das vogais tônicas e pré-tônicas (falante JA)	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de dados analisados.	40
Tabela 2 – Média de duração total (em milissegundos) das vogais orais e nasais tônicas, desvio padrão entre parênteses e valor de p da diferença entre as vogais (falante IV).	84
Tabela 3 – Média de duração total (em milissegundos) das vogais orais e nasais tônicas, desvio padrão entre parênteses e valor de p da diferença entre as vogais (falante LI).	86
Tabela 4 – Média de duração total (em milissegundos) das vogais orais e nasais tônicas, desvio padrão entre parênteses e valor de p da diferença entre as vogais (falante JA).	87
Tabela 5 – Média da duração total (ms) das vogais das três falantes, entre parênteses a porcentagem em relação à duração das vogais orais.	89
Tabela 6 – Média de duração da fase nasal e do apêndice nasal (ms) das vogais nasais. Entre parênteses, a porcentagem de duração de cada fase em relação à duração total da vogal nasal (falante IV).	92
Tabela 7 – Média de duração da fase nasal e do apêndice nasal (ms) de cada vogal nasal. Entre parênteses, a porcentagem de duração de cada fase em relação à duração total da vogal nasal (falante LI).	93
Tabela 8 – Média de duração da fase nasal e do apêndice nasal (ms) de cada vogal nasal. Entre parênteses, a porcentagem em relação à duração total da vogal nasal (falante JA). ...	94
Tabela 9 – Duração média da fase nasal e do apêndice nasal (ms) de cada vogal nasal. Entre parênteses, a porcentagem em relação à duração total da vogal nasal.	95
Tabela 10 – Duração total média (ms) das vogais orais e da fase nasal das vogais nasais e valores de p (falante IV).	97
Tabela 11 – Duração total média (ms) das vogais orais e da fase nasal das vogais nasais e valores de p (falante LI).	98
Tabela 12 – Duração total média (ms) das vogais orais e da fase nasal das vogais nasais e valores de p (falante JA).	98
Tabela 13 – Valores de duração (ms) de vogais pré-tônicas e tônicas (falante IV).	100
Tabela 14 – Valores de duração (ms) de vogais pré-tônicas e tônicas (falante LI).	102
Tabela 15 – Valores de duração (ms) de vogais pré-tônicas e tônicas (falante JA).	104
Tabela 16 – Duração das vogais pré-tônicas (média das três falantes).	106
Tabela 17 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre a duração das vogais tônicas e pré-tônicas (falante IV).	108
Tabela 18 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre a duração das vogais tônicas e pré-tônicas (falante LI).	109
Tabela 19 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre a duração das vogais tônicas e pré-tônicas (falante JA).	109
Tabela 20 – Valores de formantes orais (F1, F2 e F3) das vogais orais e nasais. Desvio padrão entre parênteses (falante IV).	113
Tabela 21 – Valores de formantes (F1, F2 e F3) das vogais orais e nasais. Desvio padrão entre parênteses (falante LI).	116
Tabela 22 – Valores de formantes (F1, F2 e F3) das vogais orais e nasais. Desvio padrão entre parênteses (falante JA).	119

Tabela 23 – Média de valores de F1 das vogais orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante IV).....	122
Tabela 24 – Média de valores de F1 das vogais orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante LI).	123
Tabela 25 – Média de valores de F1 das vogais orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante JA).....	123
Tabela 26 – Média de valores de F2 das vogais orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante IV).....	124
Tabela 27 – Média de valores de F2 das vogais orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante LI).	125
Tabela 28 – Média de valores de F2 das vogais orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante JA).....	125
Tabela 29 – Média de valores de F3 das vogais tônicas orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante IV).	126
Tabela 30 – Média de valores de F3 das vogais tônicas orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante LI).	127
Tabela 31 – Média de valores de F3 das vogais tônicas orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante JA).	127
Tabela 32 – Formantes (F1, F2 e F3) das vogais pré-tônicas (falante IV).....	130
Tabela 33 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre os formantes das vogais tônicas e pré-tônicas (falante IV).....	132
Tabela 34 – Formantes (F1, F2 e F3) das vogais pré-tônicas (falante LI).	134
Tabela 35 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre os formantes das vogais tônicas e pré-tônicas (falante LI).	136
Tabela 36 – Formantes (F1, F2 e F3) das vogais pré-tônicas (falante JA).....	138
Tabela 37 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre os formantes das vogais tônicas e pré-tônicas (falante JA).....	140

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1. Perguntas de pesquisa e hipóteses	18
PARTE I: OS GUARANI-MBYÁ NO BRASIL, UMA BREVE INTRODUÇÃO.....	20
PARTE II: FENÔMENO DE NASALIDADE NO GUARANI-MBYÁ E EM OUTRAS LÍNGUAS	22
1. As vogais do Guarani-Mbyá	22
2. Nasalização e espraçamento de nasalidade no Guarani-Mbyá.....	26
3. Nasalidade vocálica em outras línguas.....	33
PARTE III: METODOLOGIA	39
1. Corpus.....	39
2. Falantes.....	41
3. Gravação.....	41
4. Análise de dados.....	41
PARTE IV: ANÁLISES DE VOGAIS NASAIS DO GUARANI-MBYÁ	45
1. Inventário fonético de vogais.....	45
2. Primeiros passos: inspeção visual	46
2.1. Vogais tônicas	46
2.2. Vogais pré-tônicas.....	65
3. Duração das vogais tônicas	84
3.1. Duração total das vogais nasais e das vogais orais	84
3.2. Vogais nasais: duração da fase nasal e do apêndice nasal	91
4. Duração das vogais pré-tônicas.....	100
4.1. Duração das vogais tônicas x pré-tônicas.....	108
5. Frequências de formantes das vogais tônicas.....	112
5.1. Frequência de formantes das vogais pré-tônicas x tônicas.....	130
CONSIDERAÇÕES FINAIS	144
REFERÊNCIAS	146
ANEXO I: Termo de autorização de uso de dados	150
ANEXO II: Corpus	151
ANEXO III: Script de duração	152

INTRODUÇÃO

A nasalidade no Guaraní-Mbyá, e em outras línguas da família Tupi-Guarani, é um fenômeno singular e extremamente produtivo em grande parte das línguas dessa família (Rodrigues e Cabral, 2011), por isso o campo de estudos em nasalidade dessa língua é amplo e bastante explorado há anos dentro da linguística.

Alguns dos primeiros estudos linguísticos descritivos da língua Guaraní já abordavam esse fenômeno de nasalidade. Como exemplo, Gregores e Suárez, em 1967, escrevem que um dos fatos mais importantes e característicos da fonologia dessa língua é o espraçamento de nasalidade a partir das vogais nasais¹. As vogais subjacentemente nasais do Guaraní-Mbyá ocorrem em núcleo de sílaba tônica final, e atuam como gatilhos de nasalidade, provocando um processo fonológico de espraçamento de nasalidade que pode atingir tanto segmentos à direita, quanto à esquerda em seu domínio. Nessa língua, não apenas as vogais subjacentes nasais, como também as consoantes pré-nasalizadas, são fontes de nasalidade, ambas espraçam nasalidade à esquerda (Ivo, 2018). Quando o gatilho de nasalidade é uma vogal tônica final, o processo fonológico tem domínio longo à esquerda, tendo os segmentos soantes como alvos (Kaiser, 2008). À direita, o espalhamento a partir da vogal é um processo morfofonológico, de acordo com Ivo (2018), quando o segmento adjacente no morfema seguinte é uma oclusiva desvozeada, ela torna-se oclusiva vozeada e recebe contorno nasal.

Nesse âmbito, Gregores e Suárez (1967) mencionam que o véu do palato está progressivamente mais baixo do início da palavra fonológica até a vogal em que a nasalidade é contrastiva. Assim, quando regressivo, esse espraçamento possui longo e contínuo alcance, como descrito por Kaiser (2008).

Os segmentos vocálicos são definidos pela característica fisiológica de não haver obstrução no trato vocal durante as suas produções (Ladefoged e Maddieson, 1996). Na produção de sons nasais, há uma relação estrita com a articulação do véu palatino. O véu palatino, ou palato mole, é sustentado e controlado por diversos músculos com uma complexa anatomia (cf. Cagliari, 1977) e é responsável por

¹ “[...] one of the most important and characteristic facts of Guaraní phonology: the “spreading” of nasality from one point, in which it is contrastive, to the preceding sounds, in which it is determined and non-contrastive [...]” (p. 43).

permitir a passagem de ar pelas fossas nasais durante a fala. O véu tem a função de controlar as *portas* nasal e oral estabelecendo diferentes graus de acoplamento oral e nasal.

Assim, a principal característica articulatória dos sons nasais é o abaixamento do véu palatino. Cagliari (1977) descreve que esse evento acontece quando os músculos elevadores estão relaxados e os músculos depressores estão contraídos, sendo o músculo palatoglosso o maior responsável no mecanismo de abaixamento do palato mole. O abaixamento do véu palatino causa a abertura da *porta velofaríngea*, conectando os tratos oral e nasal, e possibilitando que haja fluxo de ar pelo tubo nasal e pelo tubo oral na produção de vogais nasais, havendo, dessa forma, dois ressoadores envolvidos na produção desses segmentos. Ao contrário, o levantamento do véu palatino, que ocorre principalmente pela ação do músculo levantador palatino, age para “fechar” a *porta velofaríngea*, impedindo a passagem de ar pela cavidade nasal na produção de sons orais.

As vogais nasais possuem características articulatórias singulares, como a passagem de ar pelas cavidades oral e nasal simultaneamente, pois, diferentemente da produção de consoantes nasais, não há obstruções no trato oral nas emissões vocálicas, tornando a passagem de ar livre por essa cavidade, e, devido ao abaixamento do véu palatino, o ar também transita pela fossa nasal. Acusticamente, a vogal nasal possui um conjunto de formantes orais, que dependem da extensão do trato vocal da glote até os lábios, um conjunto de formantes nasais, que dependem da extensão da cavidade da úvula até as narinas e, ainda, antiformantes, que também dependem desta cavidade (Kent e Read, 2015 [2002]). Os formantes orais desses segmentos nasais são comumente “deslocados”, e há possível presença de diferentes fases, como fase oral, em que há somente formantes orais, fase nasal, em que há formantes orais e nasais, e fase de apêndice nasal (também chamado de murmúrio vocálico ou murmúrio nasal na literatura), em que há somente formantes nasais (Cristófarro Silva *et al.*, 2019; Seara, 2000). Ademais, a duração é elevada em relação às vogais orais (Medeiros, 2009; Sousa, 1994).

Na produção de itens lexicais com sons vocálicos nasais, há a sobreposição dos gestos envolvidos. Gestos (*gestures*) são descritos como “characterizations of

discrete, physically real events that unfold during the speech production process”² por Browman e Goldstein (1992, p. 23). Na Fonologia Gestual (ou ainda, Articulatória), as unidades lexicais são descritas em relação a esses eventos e suas interrelações, de forma que gestos são unidades básicas de contraste entre itens lexicais, bem como unidades de ação articulatória. Gestos, como primitivos fonológicos, não correspondem a traços ou segmentos (Browman e Goldstein, 1992).

Como os gestos têm duração interna, eles podem se sobrepor, e como são eventos físicos, são afetados por processos físicos que ocorrem durante o ato de fala. A organização gestual pode incidir em sobreposição mínima, parcial ou completa. Assim, enunciados compostos pelos mesmos gestos podem contrastar entre si na forma como os gestos são organizados. À vista disso, casos como de assimilação, que são tratados como dispersão de traços em modelos de fonologia de traços, decorrem do fato de que vários gestos ocorrem simultaneamente. Não há necessidade de espalhamento de traços, quando os gestos já possuem extensão inerente no tempo, citam Browman e Goldstein (1992).

A vantagem da Fonologia Gestual na descrição de processos como o espalhamento de nasalidade é a possibilidade de expressar processos fônicos como gradientes e não necessariamente categóricos.

Por fim, apesar do vasto interesse no fenômeno da nasalização, ainda havia uma lacuna em pesquisas detalhadas por um viés acústico-articulatório para essa língua. Assim, esta pesquisa investiga os aspectos acústicos dos segmentos vocálicos tônicos nasais e pré-tônicos nasalizados na produção de nativos da parcialidade Mbyá da língua Guaraní, falada por povos indígenas no Brasil. Para descrever as características dessas vogais, devido à complexidade acústica e articulatória dos sons nasais, realizamos uma pesquisa instrumental e partimos da análise do sinal acústico com dados reais de fala.

² “Caracterizações de eventos discretos e fisicamente reais que se desenrolam durante o processo de produção da fala” (tradução nossa).

1. Perguntas de pesquisa e hipóteses

Neste trabalho, pretende-se descrever as vogais nasais da língua Guaraní-Mbyá em contexto de núcleo de sílaba tônica e pré-tônica, e apresentar, a caráter de contraste, as vogais orais nas mesmas posições. Buscamos verificar os seguintes aspectos acústicos das vogais nasais e orais: (i) a duração; (ii) frequência dos formantes orais (F1, F2 e F3); bem como (iii) a ocorrência de diferentes fases na produção das vogais nasais e nasalizadas, como a presença de fase oral, nasal e/ou apêndice nasal.

Amparadas em investigações acústicas, buscamos responder:

- a) Quais características acústicas as vogais tônicas nasais e pré-tônicas nasalizadas do Guaraní-Mbyá apresentam em termos de duração acústica e frequência de formantes (F1, F2, F3)? Identifica-se nessas vogais diferentes momentos acústicos?
- b) Há diferenças entre as vogais nasais tônicas e as vogais nasalizadas pré-tônicas nessa língua?

Acerca da duração, nossa hipótese era de que vogais nasais apresentariam duração total mais longa em relação às orais, em consonância com estudos para outras línguas, como para o Português brasileiro (PB), realizados por Sousa (1994) e Seara (2000), para Francês, segundo os pesquisadores Delvaux, Metens e Soquet (2002) e para o Shipibo-Conibo (língua Pano), em estudos realizados por Elías-Ulloa (2010).

Em relação às frequências de ressonância, nossa hipótese era de que os valores dos formantes seriam significativamente distintos ao comparar vogais orais e vogais nasais, devido à presença de formantes nasais nas vogais nasais, ou seja, ressonâncias nasais da cavidade nasal, que podem deslocar os formantes orais desses segmentos em relação às posições “originais” nas vogais orais. Esperávamos, também, que as vogais nasais tônicas possuísem uma fase nasal e uma de apêndice nasal, devido à coda nasal do Proto-Tupi-Guarani que poderia manter algum resquício em forma de fase de apêndice nasal. Não esperávamos a ocorrência de fase oral em vogais tônicas nasais, com base na descrição de antecipação de nasalidade descrita na literatura dessa língua.

Para a segunda questão, esperávamos que houvesse diferença significativa na duração dos segmentos tônicos e pré-tônicos e que pudesse haver variação em relação aos valores de frequência de formantes, por causa da nasalidade subjacente em vogais tônicas em contraste com a nasalização por processo de espraimento das vogais pré-tônicas.

Com isso, objetivamos descrever as vogais nasais do Guarani-Mbyá, comparando com suas contrapartes orais, por um viés acústico-articulatório, detalhando suas produções e realizando aproximações e distinções entre elas. Também desejamos auxiliar com a documentação dessa variedade do Guarani e das línguas indígenas da América do Sul, bem como contribuir com o conhecimento científico acerca desse fenômeno fônico complexo.

Após esta introdução, este texto está dividido da seguinte maneira:

PARTE I: Será apresentada uma breve introdução acerca do povo e da língua Guarani-Mbyá no Brasil.

PARTE II: Serão discutidas questões acerca do fenômeno de nasalidade no Guarani-Mbyá e em outras línguas. Iniciaremos apresentando as vogais da Guarani-Mbyá e o processo de espraimento de nasalidade fortemente presente nessa língua e em outras línguas Tupi-Guarani, com base na literatura. Em seguida, traremos apontamentos da literatura sobre a nasalidade vocálica em outras línguas naturais.

PARTE III: Serão descritos os procedimentos metodológicos aplicados nesta pesquisa, bem como os instrumentos utilizados e os modos de análise.

PARTE IV: Serão expostos os resultados obtidos em nossas análises e as discussões pertinentes a tais achados, buscando comprovar ou refutar nossas hipóteses e levantar questões para pesquisas futuras.

PARTE I: OS GUARANI-MBYÁ NO BRASIL, UMA BREVE INTRODUÇÃO

Ao abordar línguas indígenas brasileiras, encontramos povos com uma multiplicidade imensa de culturas, sociedades e línguas. Aryon Rodrigues (1993) estima que no momento anterior ao contato dos europeus com os ameríndios, há mais de 500 anos, o número de línguas indígenas faladas em território brasileiro seria de aproximadamente 1.175 línguas, e esse número não reflete, necessariamente, a pluralidade cultural que pode ter havido nessa região. A colonização iniciada no século XV resultou na perda de 85% das línguas antes encontradas aqui. Essa redução enfatiza também uma grande redução dos próprios povos indígenas.

Esse imenso desaparecimento linguístico é ilustrado por Rodrigues (1986, 1993) quando o autor escreve que, se traçássemos uma linha imaginária de São Luís do Maranhão até o Chuí, no Rio Grande do Sul – área correspondente a mais de 25% do território brasileiro, perceberíamos que praticamente todas as línguas ao leste desse traçado foram extintas. Ressaltemos que esse foi o espaço inicial e de mais intenso contato com o invasor europeu.

Atualmente, estima-se que haja cerca de 150 a 160 línguas indígenas sendo faladas no Brasil (D'Angelis, 2019). Isso reforça que ainda há considerável diversidade linguística presente no país. Todavia, a variedade linguística que outrora era dispersa por todo território, encontra-se hoje concentrada na região Amazônica, Centro-Oeste e, em menor proporção, por outros estados brasileiros (Seki, 1999).

As línguas que sobrevivem hoje no país se distribuem em dois troncos linguísticos e 41 famílias genéticas. Dessas famílias, dez pertencem ao tronco Tupi, e nove integram o tronco Macro-Jê, de acordo com Rodrigues (1993). O Mbyá faz parte da família Tupi-Guarani, tronco Tupi, ao lado de ao menos outras 40 línguas e dialetos identificados no Brasil e países vizinhos.

Rodrigues, em 1985, propõe uma divisão interna da família linguística Tupi-Guarani, dividindo-a em subconjuntos de línguas e dialetos, a partir de elementos fonológicos e lexicais, pensando na hipótese de que todas essas línguas já foram uma só e o que temos atualmente são manifestações modernas e diferenciadas dessa proto-língua. Nessa subdivisão da família, são propostos sete subconjuntos (ou ramos) e o Mbyá configura no Subconjunto I, ao lado do Guarani Antigo, Xetá, Nhandeva, Kaiowá, Guarani paraguaio, Guayakí/Aché, Tapieté, Chiriguano e Izoceno. Esse ramo contém como características semelhantes, em relação ao Proto-Tupi-

Guarani: a perda das consoantes finais, a conservação de *[tʃ] ou alteração para [ts] ou [s], mudança de *[ts] para [h] ou Ø, mudança de *[pw] em [kw] ou [k]; mudança de *[pj] para [tʃ] ou [ʃ]; e conservação ou deslocamento do acento. Em 2002, Rodrigues e Cabral revisaram essa subdivisão e acrescentaram um oitavo ramo à família; todavia, a reformulação não alterou a posição do Mbyá no primeiro subconjunto.

Além do Mbyá, há ainda outras variedades da língua Guarani faladas no Brasil. Guedes (1983) e Rodrigues (1985) falam sobre três dialetos Guarani no país: o Mbyá, o Kaiowá e o Nhandeva. Estudos mais recentes, como o de Costa (2007), apontam para quatro variedades dessa língua. Partindo de diferenças linguísticas, étnicas e culturais, Costa (2007) defende que os Nhandewa de São Paulo e do norte do Paraná pertencem ao grupo Nhandeva, mas se consideram uma unidade étnica e dialetal, por isso, distinguem-se de grupos Nhandeva de outras regiões, tais quais do rio Ocoí e do Rio das Cobras (PR) e do rio Iguatemi (MS). Por esse motivo, a divisão proposta por ela é entre as variedades: Mbyá, Nhandewa/SP-PR, Nhandeva/MS e Kaiowá.

Como já citado, a família Tupi-Guarani forma um grupo com aproximadamente 40 línguas e dialetos, o que torna essa a família mais numerosa do tronco Tupi. Isso é resultado de extensas e múltiplas migrações do interior ao litoral brasileiro realizadas pelos antepassados dos povos, falantes do Proto-Tupi-Guarani, que se estabeleceram ao longo da costa do país e em países adjacentes (Storto, 2019). Após a colonização, os Guarani-Mbyá se deslocaram, em diversas levas, do sudoeste brasileiro, do nordeste argentino e do Paraguai oriental em direção ao leste brasileiro, até o litoral atlântico, e indo em direção ao nordeste. Essas longas migrações são refletidas na vasta dispersão geográfica do Mbyá, que é a língua Tupi-Guarani mais distribuída geograficamente, segundo Rodrigues (1986). Atualmente, o Guarani-Mbyá é falado nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Tocantins e Pará, de acordo com os dados do ISA (2008). A população Mbyá em 2008 era estimada em 7.000 indivíduos no Brasil, pelo ISA/FUNAI (2008), além disso, há ainda povos Mbyá no Paraguai e Argentina.

Após essa breve contextualização acerca do povo e da língua Guarani-Mbyá no Brasil, partimos para uma descrição dos estudos dessa língua e do complexo fenômeno de nasalidade que ela possui.

PARTE II: FENÔMENO DE NASALIDADE NO GUARANI-MBYÁ E EM OUTRAS LÍNGUAS

1. As vogais do Guarani-Mbyá

O Guarani-Mbyá possui em seu inventário fonológico seis vogais orais e todas elas apresentam contrapartes nasais. A proposta de Ivo (2018) separa as vogais em duas posições de altura e duas posições de avanço da língua. Este é o quadro vocálico proposto pela autora:

Quadro 1 – Inventário fonológico das vogais orais e nasais do Guarani falado no Brasil

	<i>Oral</i>			<i>Nasal</i>		
	Anterior	Posterior		Anterior	Posterior	
		Não arredondada	Arredondada		Não arredondada	Arredondada
Alta	i	ɨ	u	ĩ	ĩ	ũ
Não alta	ɛ	a	ɔ	ẽ	ã	õ

Fonte: adaptado de Ivo (2018).

A tese de Ivo (2018) ratifica, com base em sua pesquisa instrumental, que as vogais [ɛ] e [ɔ] são mais produtivas no Mbyá, em comparação às médias-altas, sendo essa uma das características fonético-fonológicas que diferencia as quatro parcialidades³ faladas no Brasil. No Mbyá, [ɛ] e [ɔ] são sempre produzidas em contexto tônico e, na grande maioria das vezes, em contexto átono também. Esses dados se assemelham aos do Nhandewa/SP-PR. Diferentemente, as parcialidades Nhandeva e Kaiowá apresentam, recorrentemente, a produção tanto de [ɛ] e [ɔ], quando de [e] e [o] em posição tônica.

No Guarani, vogais subjacentes nasais ocorrem apenas em núcleo de sílaba tônica, por consequência, em sílabas átonas a realização de vogais nasalizadas não é contrastiva. Nessa língua, o padrão acentual é oxítono e o padrão de estrutura

³ O uso do termo “parcialidade”, aqui, segue a proposta de Ivo (2018). A autora utiliza o termo inspirada na obra de Montoya, que apresenta o termo Guarani {-guará} ‘pátria, parcialidade, países, região’. Guará expressa identidade regional.

silábica é (C)V. Qualquer vogal pode constituir o núcleo da sílaba, além disso, /i/ ou /u/ podem ocorrer após o núcleo, como glide, cita Guedes (1983) para o Mbyá.

Nessa língua, as sílabas não possuem coda, todavia, o estudo de Gregores e Suárez (1967) para o Guaraní coloquial paraguaio menciona que há uma exceção quando a sílaba for final de palavra, isto é, antes de pausa. Os autores descrevem que, nessa posição, todas as sílabas tônicas apresentariam [ʔ] ou [x] ~ [h] em distribuição complementar na coda. A oclusiva glotal ocorreria após /a e o/ e as fricativas, após /i i u/. Essa proposta parece não corresponder a outros estudos da língua. Guedes (1983), em sua dissertação sobre o Mbyá, escreve que [x] é o único segmento consonantal que pode seguir [i] ou [a] em final de palavra, mas em sua interpretação esse elemento é uma parte opcional do segmento silábico que o precede, e não um segmento consonantal independente.

Cabem algumas considerações diacrônicas para o aparecimento da vogal nasal no Guaraní. As reconstruções históricas registram que haveria consoantes finais em sílabas tônicas de vocábulos oxítonos no Proto-Tupi-Guarani, no entanto, essa coda desapareceu nas línguas Guaraní modernas e em seus dialetos (Rodrigues, 1945). Dessa forma, a nasalidade presente em vogais tônicas finais teria origem em uma consoante nasal em coda de sílaba final da proto-língua que foi excluída historicamente, transportando sua nasalidade à vogal precedente (Rodrigues e Cabral, 2011). Costa (2007, p. 107) segue essa mesma teoria e exemplifica esse processo com o dado a seguir:

$$\begin{aligned} (1) \quad & *VN \rightarrow \tilde{V} \\ & *[an] \rightarrow [\tilde{a}] \\ & *po'raŋ \rightarrow po'r\tilde{a} \\ & \text{'bonito'} \end{aligned}$$

Lunt (1973), a partir do Guaraní paraguaio, propõe que essas vogais nasais possuam uma nasalidade em nível profundo, fonêmica, mas que não decorra da proto-estrutura vogal e consoante nasal (V+N), sendo esse um fenômeno de oposição entre a vogal oral e nasal. Nessa proposta, outras vogais nasalizadas sem o status fonêmico possuiriam nasalidade em nível superficial, e são resultantes de V+N. Em consonância com esse autor, Ivo (2018) descreve que a explicação histórica para a presença de nasalidade intrínseca nas vogais tônicas é possível em alguns casos, como em exemplos expostos por Costa, em que havia uma consoante nasal em coda

final na proto-língua. Entretanto, a autora aponta que nem todos os casos de nasalidade vocálica se explicam por esse caminho, com o argumento de que algumas palavras com vogal tônica subjacente nasal nas variedades do Guaraní moderno não possuíam a tal coda nasal, ao analisar reconstruções do Proto-Guarani. A autora (p. 252-253) lança mão principalmente de exemplos de ditongos nasais para demonstrar o equívoco da explicação histórica:

(2) *enõy → [ẽ'nõĩ] 'chamar'

*mokõy → [mõ'kõĩ] 'dois'

*yũ [ɲũ'ũ] → 'campo'

*paʔũ → [pa'ʔũ] 'espaço'

Nesses exemplos, os dois primeiros são de ditongos e os dois últimos são de palavras que, segundo reconstruções do Proto-Tupi-Guarani, nunca possuíam coda nasal final. Em ambos os casos, percebe-se que não havia uma coda nasal na proto-língua que explique a nasalidade subjacente encontrada em vogais nasais finais atualmente. Desse modo, a autora demonstra que a explicação etimológica não é satisfatória para explicar a presença de vogal nasal final em todos os casos. Os dados sugerem que haveriam uma nasalidade intrínseca às vogais.

No âmbito sincrônico, Guedes (1984) aponta para a interpretação de uma nasalidade intrínseca às vogais tônicas, ao contrário da nasalidade em vogais átonas, que não é uma propriedade intrínseca delas e pode ser atribuída ao contexto, devido à presença de vogal nasal ou consoante pré-nasalizada na adjacência à direita. Nesse sentido, as vogais átonas nasalizadas seriam produto de assimilação regressiva e sem função distintiva. Rivas (1974) já apontava para o mesmo caminho, descrevendo que as vogais nasais são fonologicamente distintas das orais quando estão em posição de acento. Abaixo, alguns exemplos de pares mínimos com vogais tônicas nasais e orais, retirados de Guedes (1984, p. 42). Observa-se que nas palavras com vogal tônica nasal, a vogal átona também é nasalizada.

(3) [tu'pa] 'cama' [tũ'pã] 'Deus'

[ɔ'kɛ] 'ele dorme' [õ'kẽ] 'porta'

Na literatura, não há muitas menções a aspectos acústicos dessas vogais, com metodologias experimentais e instrumentais. Uma pesquisa no âmbito instrumental é

a de Rachadel (2023), que demonstra, em um estudo com uma falante Mbyá, com dados acústicos, que as vogais orais médias-altas [e] e [o] são mais frequentes que as orais médias-baixas [ɛ] e [ɔ]. Em contexto átono quase a totalidade das produções foram de vogais médias-altas, e, mesmo em contexto tônico, essas vogais prevaleceram sobre as produções de médias-baixas. Esse dado não condiz com os resultados encontradas por Ivo (2018), em que as médias-baixas são mais frequentes e produtivas independente do contexto no Mbyá. A pesquisa de Rachadel não aborda as vogais nasais da língua.

2. Nasalização e espraçamento de nasalidade no Guarani-Mbyá

A língua Guarani é reconhecida pelo complexo fenômeno de nasalização. O processo de espraçamento de nasalidade é resultado do espalhamento que ocorre partindo de fontes e espalhando-se por outros segmentos suscetíveis à nasalização. A literatura considera dois gatilhos de nasalidade nessa língua: as vogais nasais e as consoantes pré-nasalizadas (Dooley, 1984; Guedes, 1984; Ivo, 2018, entre outros).

Nesse aspecto, as vogais subjacentes nasais atuam como fontes de nasalidade, espalhando-a por diversos segmentos, quando não encontra bloqueadores. O espalhamento se inicia em um ponto em que essa nasalidade é contrastiva e afeta os sons adjacentes, segmentos em que o processo é previsível e não contrastivo. Por isso, determinando o domínio dessa nasalização, ela se torna previsível na maior parte das ocorrências, de acordo com Gregores e Suárez (1967).

Para o Nhandewa, Costa (2007) considera três tipos de nasalidade. A primeira é fonológica e está alocada em vogais nasais e consoantes nasais; a segunda é fonética, pois se origina de uma dessas fontes e nasaliza elementos soantes à esquerda e obstruintes à direita; e o terceiro tipo é o espalhamento que parte apenas de uma vogal nasal tônica, provocando pré-nasalização e vozeamento em obstruintes à direita, sendo este último tipo um caso observado em palavras compostas.

Nesse contexto, no que diz respeito à direção dessa nasalização, diversos autores (Costa, 2007, Dooley, 1984, Ivo, 2018, Rivas, 1974) descrevem o bidirecionamento desse processo, isto é, a nasalização se espalha tanto para a direita, quanto para a esquerda.

Ainda acerca dessa direcionalidade, Rivas (1974) apresenta duas formas de espalhamento. A primeira quando a fonte é uma vogal nasal tônica, então o espraçamento ocorre para ambas as direções; a segunda forma é quando a fonte é uma consoante oclusiva pré-nasalizada, então o espraçamento é apenas para a esquerda. Rivas escreve que o fenômeno de espraçamento ocorre dentro das fronteiras da palavra, e traz a ideia de “escape de nasalidade” quando ocorre casos de a nasalização atravessar tais fronteiras.

A nasalidade para a esquerda parece ser a mais produtiva e a mais descrita nos estudos da língua. Na visão de Dooley (1984), a nasalização do Mbyá é regressiva, e a nasalização progressiva seria um processo secundário.

A descrição de Costa (2007), como já citada, demonstra que a nasalidade fonética que parte de consoantes pré-nasalizadas tem direcionamento à esquerda, já a nasalidade que parte de vogais tônicas se espalha para ambas as direções, similar à descrição de Rivas (1974). Essa nasalização progressiva provoca pré-nasalização e vozeamento na consoante oclusiva à direita. Em um exemplo abordado pela autora: /pɔraN + ka'tu/ → [põãŋga'tu] 'bonito + de fato', percebe-se que a oclusiva velar desvozeada tornou-se uma oclusiva vozeada pré-nasalizada quando precedida pela vogal tônica nasal (grifos nossos). Esse mesmo processo fonológico, quando em sufixos, pode ser visto nos dados apresentados por Thomas (2014, p. 85):

(4) ava-'kʷɛ
 homem-plural 'homens'
 kūŋã-'ŋgʷɛ
 mulher-plural 'mulheres'

Assim, o morfema {-kʷɛ} 'coletivo' se torna [-ŋgʷɛ] quando precedido por uma vogal subjacente nasal.

Regressivamente, todos os segmentos soantes são alvos de nasalidade. Rivas (1974) e Lunt (1973) escrevem que todas os sons [+ soantes] em contexto nasal tornam-se [+ nasal]. Segmentos oclusivos desvozeados, por exemplo, são transparentes (Guedes, 1984; Lunt, 1973; Walker, 1998), como [p] e [k] nos exemplos [ã'kã] 'cabeça' e [tũ'pã] 'Deus' (Guedes, 1984). De Paula (2016) propõe que a nasalidade em Mbyá seja um efeito prosódico, em que todos os segmentos na palavra, ou frase, concordam em [+ nasal] ou [- nasal]. Isto é, se não houver um segmento bloqueador, como uma vogal oral acentuada, os outros segmentos serão alvos ou transparentes.

Outras línguas do tronco Tupi são descritas por possuírem um processo de espraiamento de nasalidade a partir de vogais e que pode ultrapassar as fronteiras da palavra lexical. No Karitiana (Arikém), a nasalização também se espraia a partir de vogais subjacentes nasais, mas, diferentemente do Guaraní, o direcionamento é à direita e consoantes oclusivas desvozeadas e a fricativa /s/ são os únicos bloqueadores (Storto e Demolin, 2012). Nessas línguas, há um controle preciso do véu palatino para manter diferenças perceptuais entre segmentos orais e nasais.

Com aporte de medidas aerodinâmicas, Demolin (2009) tratou da harmonia nasal e de segmentos nasais no Guaraní do Paraguai. Essa pesquisa demonstrou que, durante o processo fonológico de espraçamento de nasalidade nessa língua, há diversos movimentos do véu palatino durante a fala, sugerindo que ele não permanece de fato abaixado durante toda a palavra nasalizada, senão que há diversos gestos de aberturas e fechamento durante as vogais nasalizadas e segmentos consonantais orais. Em uma palavra como [ŋwaĩ'ũĩ] 'mulher velha', houve três elevações e duas quedas de fluxo aéreo nasal. Esses dados atestam que a nasalidade não se trata de um fenômeno fônico categórico, mas sim gradual. Os dados apresentados por Demolin também expõem que há um pico de fluxo aéreo nasal ao final das vogais nasais, o que sugere que nesse momento há o fechamento do trato oral e o fluxo aéreo passa somente pelas cavidades nasais, o que caracterizaria uma fase de apêndice nasal.

Esse trabalho também ratifica, a partir da observação da variação de fluxo aéreo nasal, como muitos segmentos do Guaraní são alvos de nasalidade engatilhada por vogais, tornando diversas sílabas nasalizadas. Esse resultado mostra que o gesto de véu aberto (nasal) ou fechado (oral) se alonga por um grupo de segmentos, ocorrendo diversos movimentos rápidos de abertura e fechamento, de modo que cada enunciado no Guaraní é percebido como uma série de trechos nasais ou orais, como Gregores e Suárez, em texto de 1967, citaram "O [oral] and N [nasal] normally occur stretching over quite a number of bundles, in such a way that every utterance of Guaraní is heard as a series of nasal and oral spans" (p. 41)⁴.

Consequentemente, no Guaraní-Mbyá, a realização da consoante nasal plena ou da oclusiva pré-nasalizada está relacionada à qualidade da vogal que segue esses elementos. Considerando que as consoantes nasais plenas não ocorrem antes de vogal oral, a presença de nasalidade na vogal à direita deve ser considerada traço condicionante. Gregores e Suárez (1967) explicam que a soltura oral, que ocorre nas oclusivas pré-nasalizadas, pode ser considerada como nada mais do que uma antecipação do fechamento do véu palatino antes do segmento em que a oralidade é contrastiva, ou seja, na vogal oral. Isto é, esse pode ser considerado um momento de transição, em que o véu palatino sobe antes da abertura dos lábios para a produção

⁴ "O [oral] e N [nasal] normalmente ocorrem estendendo-se por um grande número de *bundles*, de modo que cada enunciado do Guaraní é ouvido como uma série de trechos nasais e orais" (tradução nossa).

da vogal oral. Por isso, esse contorno oclusivo é não contrastivo e ambas as ocorrências, tanto de consoantes nasais plenas, quanto de oclusivas pré-nasalizadas, são previsíveis (Gregores e Suárez, 1967). Consequentemente, [mb nd ŋg] então em distribuição complementar com [m n ŋ].

Sobre esse mesmo aspecto, Rivas (1974) escreve que consoantes nasais ocorrem como oclusivas pré-nasalizadas em fronteira de ambiente nasal e oral. Stanton (2018) chama esse processo – o levantamento do véu palatal antes do *onset* da vogal oral, que também ocorre em línguas oceânicas – de blindagem (*shielding*), motivado para “blindar” a passagem de ar pelo tubo nasal, impedindo uma nasalização coarticulatória da vogal oral seguinte, a fim de preservar o contraste entre vogais orais e nasais.

Essa variação foi demonstrada em experimento acústico empreendido por Seara, Quadros e Martins (2021) que, em um estudo de caso sobre a nasalização no Nhandewa-Guarani, verificaram que 100% das vogais na sequência de consoantes nasais plenas eram vogais nasais, enquanto 91% das vogais que seguiam consoantes oclusivas pré-nasalizadas eram orais.

Ademais, vale mencionar que Costa (2007) escreve que em suas conversas com professores Nhandewa percebeu que a variação da nasal com a pré-nasalizada é livre quando esses elementos não estão em contexto contrastivo.

Alguns exemplos desse processo de variação motivado pela presença da vogal nasal seguinte são dados por Costa (2007, p. 90) para o Guarani-Nhandewa.

(5) mba'ʔε 'o que, coisa'	mã'ʔẽ 'olhar'
mõ'mbo 'jogar'	mã'mõ 'onde'
ndaɔ'kwjri 'sem chuva'	nãpõ'rẽjĩ 'não bom, feio'
ndedʒu'ru 'sua boca'	nẽpẽ'tĩ 'seu fumo'
nã,ndɛtuwi'tʃa 'nosso chefe'	nã,nẽrã'mõj 'nosso avô'

Esses exemplos demonstram as alternâncias de nasais e pré-nasalizadas, que ocorrem também em prefixos de negação [nda] ~ [nã], em pronomes de 2ª pessoa

singular [nd] ~ [nẽ] e de 1ª pessoa plural inclusiva [nã'ndɛ] ~ [nã'nẽ], sempre em consonância com a vogal nasal ou oral no núcleo tônico.

Em relação à distância do espraimento de nasalidade, Kaiser (2008) traz o conceito de *espraimento contínuo de longa distância* para a nasalidade engatilhada por vogais no Guarani. Já a nasalidade que tem como fonte uma consoante pré-nasalizada não apresenta um domínio longo, segundo esse autor.

A nasalidade em vogais em posição de núcleo de sílabas tônicas pode ser categórica, mas diversos estudiosos concordam ao mencionar que a nasalização nas sílabas átonas é gradual, sendo o processo de espraimento de nasalidade um processo fônico gradiente.

O domínio da nasalização está correlacionado articulatoriamente com o fato de que o véu do palato está gradativamente mais baixo desde o início do domínio até o segmento em que a nasalidade é contrastiva, indicam Gregores e Suárez (1967), na seguinte passagem:

The occurrence of nasality turns out to be predictable in most of its instances, only if we are able to establish a "domain of nasalization". Besides, this phonologic domain of nasalization has its phonetic correlate in the fact that, in it, the velum is increasingly lowered, from its beginning, toward the vowel in which N [nasal] is contrastive, in such a way that the nasal timbre is strongest at the end of the domain (p. 43).⁵

Nessa mesma direção, Rivas (1974) escreve que as fontes de nasalidade a dispersam gradualmente, tornando-a mais fraca na medida em que se distancia do gatilho.

Guedes (1984) compartilha da mesma percepção citando que “a extensão da nasalidade para as sílabas à esquerda da sílaba acentuada se caracteriza por uma redução progressiva da qualidade nasal” (p. 18). Ou seja, o véu do palato apresenta maior abaixamento na fonte de nasalidade e menor abaixamento nas sílabas mais distantes dela. Dados de amplitude acústica apresentados por De Paula (2016) indicam igualmente que a nasalidade é mais forte na posição tônica do que em outras posições.

⁵ “A ocorrência da nasalidade acaba sendo previsível na maioria dos casos, apenas se conseguirmos estabelecer um “domínio de nasalização”. Além disso, esse domínio fonológico da nasalização tem seu correlato fonético no fato de que nele o véu é cada vez mais rebaixado, desde o seu início, em direção à vogal em que N [a nasalidade] é contrastante, de modo que o timbre nasal é mais forte no final do domínio” (tradução nossa).

Essa gradação de nasalidade também depende das características do segmento, além da distância dele à fonte nasal, de acordo com Gregores e Suárez (1967). Para eles, algumas vogais são fortemente nasalizadas, como /i/ e /u/, em comparação às outras, todavia, não há outros registros dessa percepção na literatura consultada.

Para os mesmos autores, a nasalidade não é um elemento da composição silábica do Guaraní. A distribuição da nasalização deve ser considerada um acento, que tem como domínio certas sequências de fonemas segmentais.

Antes de finalizarmos esta seção, iremos apresentar algumas questões de tonicidade relacionadas à nasalidade no Guaraní-Mbyá.

Nas palavras de Guedes (1983, p. 21), “a nasalidade vocálica distintiva está intimamente associada ao acento de intensidade”. A autora reconhece a nasalidade como uma propriedade do acento de intensidade, aludindo a uma distinção entre o acento oral e o acento nasal, em vez de atribuir uma propriedade [+ nasal] ou [- nasal] para as vogais. Logo, considera-se que a nasalidade das vogais em sílabas tônicas decorra da nasalidade acentual, sendo essa uma propriedade incondicionada e intrínseca ao acento. Ou seja, essa análise propõe que o acento seja intrinsecamente nasal no Mbyá, sendo postulado, para essa língua, dois acentos de intensidade, um oral e outro nasal. Nessa visão, um vocábulo como *oké* (‘ele dorme’) possui acento oral, e *okẽ* (‘porta’) possui acento nasal, para exemplificar.

Para Costa (2007), a ocorrência da tonicidade e da nasalidade fonológica na mesma posição é apenas coincidência, a autora defende que tais fenômenos coincidem na mesma posição, em detrimento do usual “acento oral” e “acento nasal”. A autora argumenta que a sílaba tônica é, no Guaraní, sempre a sílaba final, pois não se trata de uma língua de acento livre. Ainda, a consoante nasal em coda da proto-língua que foi excluída e “originou” a nasalidade da vogal nasal está no final da raiz, em coda final, logo após a vogal tônica, em posição também final. A nasalidade da proto-coda, assim, “ancorou-se” na vogal anterior para se realizar foneticamente, o que resultou na coincidência da nasalidade subjacente e do acentoônico em mesma posição vocálica. A tonicidade marcaria a fronteira da palavra, conseqüentemente, teria também função delimitativa do domínio da palavra, contribuindo com a delimitação do domínio da nasalidade.

Contudo, Rodrigues e Cabral (2011) discutem essa questão em diversas línguas Tupi-Guarani a luz de uma perspectiva histórica e concluem que pode haver,

sim, relação entre a posição do acento tônico e a nasalidade fonológica. Os autores se ancoram em análises diacrônicas e constatam que algumas línguas tupi-guarani, como o Xetá, historicamente moveram a posição do acento e, em conjunto, moveram a posição da nasalidade contrastiva. Isto é, algumas línguas passaram a ter acento na penúltima sílaba (paroxítona) e, também, passaram a possuir a nasalidade fonológica nessa posição. Aparentemente questões históricas demonstram que pode haver uma relação intrínseca entre o acento de tonicidade e a nasalidade em línguas dessa família.

Concluimos, portanto, esta seção, após descrevermos alguns apontamentos relevantes da literatura sobre o processo de espraçamento nasal no Guaraní-Mbyá e em outras variedades da língua Guaraní. Na sequência, serão descritas algumas questões acerca da nasalidade vocálica em outras línguas.

3. Nasalidade vocálica em outras línguas

A ocorrência de vogais nasais fonêmicas é um aspecto presente em apenas 25% das línguas do mundo, cita Walker (1998). Dentre as línguas românicas, apenas o Português, o Francês, o Romeno, o Macedônio e o Provençal apresentam essa característica fonológica (Medeiros, 2009).

A principal característica articulatória do fenômeno de nasalização é o gesto de abaixamento do véu do palato, que causa a abertura da porta velofaríngea e permite a passagem de ar pela cavidade nasal, ao conectar os tubos oral e nasal. Dessa maneira, como o fluxo do ar passa através do tubo nasal de forma auditivamente perceptível, essa cavidade atua “acusticamente como uma espécie de câmara de ressonância para os sons da fala” (Medeiros, 2009, p. 20).

As vogais nasais do Português brasileiro (PB) são descritas como apresentando de duas a três fases. Sousa (1994) postula que a vogal nasal pode possuir: (i) uma primeira fase oral, uma segunda fase de transição para o apêndice nasal, e uma terceira fase de puro apêndice nasal (chamado de “murmúrio nasal” pela autora); ou (ii) uma fase nasal e um apêndice nasal. Seara (2000) apresenta uma terceira configuração para essas vogais nasais, constatando que elas também podem se constituir de uma primeira fase oral e de uma segunda fase de apêndice nasal (denominado de “murmúrio vocálico” por ela). Medeiros (2009), com medidas aerodinâmicas, descreve que as vogais do PB observadas em seu experimento apresentaram uma fase oral, uma fase transitória e uma última fase puramente nasal.

No PB é comum as vogais nasais não se nasalizarem completamente de imediato, tendo em seu início um *onset* oral, e apenas no final de sua emissão surgirem características acústicas típicas das vogais nasais. Isso ocorre, pois, na produção das vogais nasais, seguindo os pressupostos da Fonologia Articulatória, o gesto de abertura vélica começa depois do gesto vocálico e termina depois do fim dele (Albano, 1999a), abrangendo um *murmúrio*, o apêndice nasal. Isso demonstra uma natureza gradual e não categórica do processo de nasalização.

O processo de nasalização é gradiente. O gesto articulatório envolve as ações de diversos articuladores como uma unidade linguística (Albano, 1999b). Nessa abordagem, é possível expressar “gradientes finos ou mesmo contínuos físicos” (p. 27), de modo que processos fônicos, como assimilações e outros, podem ser interpretados como uma questão de sobreposição, maior ou menor, dos gestos

envolvidos. Isso revela uma natureza dinâmica de muitos processos fônicos. A presença da fase de apêndice nasal é a expressão de um gesto de abertura vélica que finaliza após o fim do gesto vocálico, possuindo um grau de sobreposição maior ou menor, que pode variar a partir do contexto prosódico, segmental ou pragmático. O esquema abaixo (Albano, 1999b) demonstra pautas gestuais para a ocorrência de nasalização com ou sem apêndice nasal no PB. Os *tiers* são correspondentes a variáveis do trato. Sendo assim:

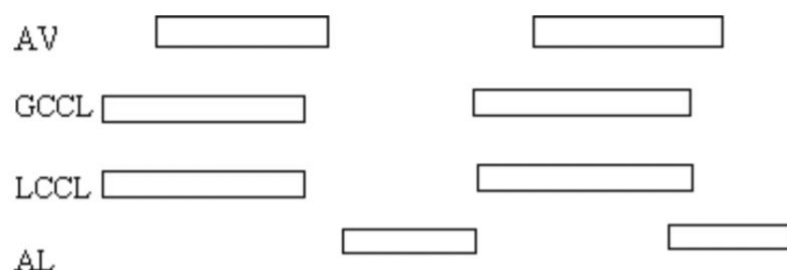
AV – Abertura Vocálica: variável do trato que especifica o gesto de nasalização;

GCCL – Grau; LCCL – Lugar da constrição do corpo da língua: variáveis do trato que especificam o gesto vocálico;

AL – Abertura Labial: variável do trato que especifica o gesto consonantal seguinte, sendo uma bilabial no esquema apresentado.

O comprimento das barras representa uma aproximação das durações intrínsecas especificadas no componente dinâmico da Fonologia Articulatória.

Figura 1 – Organização gestual envolvida na ocorrência de nasalização no PB. À esquerda, sem apêndice nasal e, à direita, com apêndice nasal



Fonte: Albano (1999b)

Não é simples dissociar as fases de uma vogal nasal devido à coocorrência de gestos. Sousa (1994) e Raposo de Medeiros, D'Imperio e Espesser (2008) mencionam a complexidade em dividir o apêndice nasal da vogal nasal, dado que a mudança de fases é gradativa e não categórica. A diferença entre a vogal e o apêndice são facilmente perceptíveis, no entanto, determinar o momento exato em que há essa divisão é uma delimitação complicada. No sinal acústico, não há fronteira nítidas entre os segmentos (Maia, 1986), contudo, há pistas que nos permitem realizar essas segmentações. Nesse âmbito, um recurso determinante é a queda na amplitude e o esmaecimento dos formantes, principalmente os de frequências mais altas.

A fase de apêndice nasal já recebeu outras nomenclaturas na literatura. Sousa (1994) o denomina “murmúrio nasal” e Seara (2000), “murmúrio vocálico”. O termo “apêndice nasal” foi cunhado por Raposo de Medeiros, D’Imperio e Espesser (2008), pois, na visão desses autores, “murmúrio vocálico” seria mais adequado para nomear o vozeamento que ocorre brevemente após a vogal oral, enquanto “murmúrio nasal” engloba a noção de tubo oral fechado e seria mais interessante para as consoantes nasais, como consagrado por Fujimura (1962). Por isso, decidimos seguir a nomenclatura sugerida por eles e usamos o termo “apêndice nasal” para a porção final estritamente nasal das vogais nasais.

Acusticamente, segmentos nasais possuem ressonâncias e antirressonâncias que frequentemente ocorrem em pares (Kent e Read, 2015 [2002]). Nesse sentido, Fujimura (1962) demonstra a sobreposição de formantes e antiformantes em consoantes nasais, e discorre sobre propriedades em comum desses segmentos, como um primeiro formante por volta de 300Hz e distante dos outros formantes; o amortecimento dessas ressonâncias, a alta densidade de formantes e presença de antiformantes. A amplitude é amortecida devido à absorção de energia acústica adicional pela cavidade nasal, causada pelo acoplamento dos tratos oral e nasal.

Em relação ao componente de duração, diversas línguas do mundo registram vogais nasais mais longas do que suas contrapartes orais. Isso foi observado por diversos autores, como no PB por Sousa (1994) e Seara (2000), no Francês por Delvaux, Metens e Soquet (2008), no Twi, língua de Gana, por Adu Manyah (2011), no Shipibo-Conibo, língua Pano da região amazônica, por Elías-Ulloa (2010), entre outros. Acerca das vogais orais, os dados de Sousa (1994) para o PB demonstram a seguinte ordem crescente de duração vocálica: [i] → [u] → [e] → [o] → [a], sendo a vogal [a] a de maior duração e [i] a de menor. Já as vogais nasais apresentaram a seguinte ordem crescente de duração: [ũ] → [ĩ] → [õ] → [ẽ] → [ē]. Os dados vocálicos orais de Seara (2000) para o PB apresentaram a seguinte ordem crescente de duração: [i] → [u] → [e] → [o] → [a], a mesma obtida pelos dados de Sousa (1994). Já a duração dos segmentos nasais apresentou a seguinte ordem: [ũ] → [ĩ] → [ē] → [ẽ] → [õ], diferentemente dos dados acústicos de Sousa. Medeiros (2009), também para o PB, registra em seus dados acústico-aerodinâmicos a maior duração na vogal /ĩ/ e a menor em /ẽ/. Para os segmentos orais, podemos perceber certa conformidade, que corresponde a [a] ser a vogal mais longa e [i] a mais breve. Esse aspecto advém da relação articulatória desses segmentos, sendo a vogal alta mais breve, pois os lábios

estão mais próximos (isto é, boca mais fechada), de modo que esse segmento apresenta menor espaço para abertura e fechamento dos lábios, o que reflete na menor duração; enquanto a vogal baixa, produzida com os lábios mais afastados (isto é, boca mais aberta), ocupa um espaço maior para abertura e fechamento labial, refletindo em um maior tempo depreendido para a abertura e fechamento, sendo, portanto, mais longa (Barbosa e Madureira, 2015).

Contudo, a duração dos segmentos nasais não possui uma ordem uniforme, mesmo em dados da mesma língua, nos levando a entender que essa característica pode variar dependendo das produções particulares dos falantes.

A duração do apêndice nasal também varia dependendo do indivíduo, da vogal e da emissão (Sousa, 1994). Os dados em pesquisas do PB sugerem que não há uma relação direta entre a duração do apêndice e a duração total da vogal, pois [ĩ] é a vogal que apresentou mais duração de apêndice, nos dados de Seara (2000), mesmo sendo a vogal nasal com menor duração total. As medidas do apêndice revelam que ele ocupa, em média, cerca de 30% da duração total das vogais no PB, ainda mais, esse parâmetro é crucial na distinção das vogais orais e nasais nessa língua, de acordo com Sousa (1994), pois, se retirássemos a fase de apêndice, não haveria muita diferença entre a duração das vogais orais e nasais.

Além das variações na duração, as propriedades acústicas das vogais nasais e orais diferem entre si. Há múltiplas combinações de gestos envolvidas no contraste entre as emissões de vogais nasais e orais, além do abaixamento do véu do palato. Diversas configurações articulatorias variam, como a altura e recuo da língua e arredondamento dos lábios, cita Delvaux, Metens e Soquet (2002). Essas configurações se refletem em diferenças nas medidas de frequência de formantes das vogais nasais e orais. Pesquisas em várias línguas no mundo registram que os valores de F1, F2 e F3 se deslocam nas produções das vogais nasais em comparação às orais. Isso se explica porque dois tipos de formantes integram as vogais nasais: (i) formantes nasais; (ii) formantes orais que são deslocados, em relação à sua posição original na contraparte oral, além de antiformantes. O deslocamento ocorre devido a modificações no tubo acústico na inclusão do tubo ressoador nasal, abrindo mais um caminho para a corrente de ar (Seara, 2000).

Em línguas como o Francês (Delvaux, Metens e Soquet, 2002) e PB (Sousa, 1994), o terceiro formante (F3) parece ser o mais afetado pela nasalização, isso se justifica pelo fenômeno da nasalidade amortecer principalmente frequências mais

altas. Delvaux *et al.* (2008) registram que todas as vogais nasais do francês apresentaram abaixamento de F2 ([ɔ̃] [ɑ̃] [ɛ̃] [œ̃]) e algumas apresentaram também aumento de F1 ([ɛ̃] [œ̃]), em comparação às vogais orais. Nos dados do PB (Sousa, 1994), vogais nasais anteriores apresentaram elevação de F2, enquanto o contrário foi observado nas vogais nasais posteriores, que tiveram abaixamento de F2. Ademais, constatou-se diferenças significativas no F1 das vogais [a] x [ɛ̃], [e] x [ẽ], [i] x [ĩ] e [o] x [õ] e no F2 de [ɛ] x [ẽ], [i] x [ĩ], [ɔ] x [õ], [o] x [õ] e [u] x [ũ].

Na língua Twi, falada em Gana, em comparação às orais, o F2 das nasais é mais baixo em vogais anteriores e mais alto em vogais posteriores e na central [a]. Já o F1 das vogais nasais e orais se mostrou muito semelhante, com exceção de [ã], em que o F1 foi um pouco mais baixo. Com isso, parece que as diferenças formânticas atuam mais nas vogais anteriores nessa língua (Adu Manyah, 2011). No Shipibo-Conibo, língua Pano da região amazônica peruana, as vogais nasais [ĩ] [ĩ̃] [ũ] [ã] apresentam aumento de F1 em relação às orais, o que implica em diminuição de suas alturas. Em relação ao F2, as vogais nasais demonstram quase o mesmo grau de anterioridade/posterioridade que as orais, com exceção da vogal [ĩ], que demonstrou ser um pouco mais posterior que [i] (Elías-Ulloa, 2010).

Essas questões explicitam que, ao lado do gesto de abaixamento do véu palatino, a duração com presença ou ausência de apêndice nasal pode ser um fator até mais robusto do que a frequência absoluta dos formantes para a identificação de vogais nasais, como já foi reportado por Sousa (1994), considerando que diversas línguas registram duração significativamente superior das vogais nasais em comparação às contrapartes orais. Já em relação às análises das ressonâncias, as variações entre línguas, falantes e vogais são grandes.

Podemos concluir, no entanto, que todas essas variações explícitas entre vogais nasais e orais podem auxiliar em suas distinções. Uma das hipóteses de Delvaux, Metens e Soquet (2002) é que essas variações formânticas podem ocorrer por necessidade de maximizar as distâncias entre os elementos no sistema vocálico, pois ele é percebido como reduzido para as vogais nasais. Todavia, para o PB não houve uma sistematização nas diferenças de configurações formânticas de segmentos nasais e orais, Sousa (1994) ainda acrescenta que não houve alteração na relação entre as vogais dentro de cada subsistema vocálico, houve simetria entre os formantes de vogais nasais entre si e entre os formantes de vogais orais entre si. Outra hipótese levantada por Delvaux, Metens e Soquet, é que parece mais

interessante, é que as articulações se ajustam junto ao abaixamento do palato para otimizar a percepção de nasalidade.

Vale mencionar, ainda, que há claras diferenças individuais nos dados de vogais orais e nasais, tanto em termos de duração, quanto em relação à variação de formantes, em consequência, essas alterações podem ser auxiliares na identificação de indivíduos, sublinha Sousa (1994).

É evidente a complexidade dos gestos envolvidos em emissões de segmentos nasais, que implicam diversas configurações nos tratos orais e nasais. Citando Browman e Goldstein (1992, p. 28), “much of the richness of phonological structure, in the gestural framework, lies in the patterns of how gestures are coordinated in time with respect to one another”⁶. Os gestos articulatórios já possuem uma extensão inerente no tempo, dessa forma, não há necessidade de espalhar um traço (Browman e Goldstein, 1992). Os autores se referem às coordenações gestuais como *constelações* gestuais. Enunciados compostos pelos mesmos gestos podem contrastar entre si na forma como os gestos são organizados, pois os mesmos gestos podem formar constelações diferentes.

Portanto, nessa perspectiva, processos assimilatórios podem ser expressados por sobreposições gestuais envolvendo diversos grupos articulatórios (ex. lábios, véu palatino, etc.) que desencadeiam tarefas dinâmicas que modelam diferentes tipos de ações multiarticulatórias coordenadas.

Nessa perspectiva, este estudo busca realizar uma descrição das vogais nasais da língua Mbyá-Guarani, compreendendo aspectos acústicos e articulatórios envolvidos nessas produções. Na sequência, apresentaremos nossa metodologia para este estudo.

⁶ “Grande parte da riqueza da estrutura fonológica, na estrutura gestual, reside nos padrões de como os gestos são coordenados no tempo uns em relação aos outros” (tradução nossa).

PARTE III: METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada de forma instrumental, a fim de analisar os detalhes fonéticos da nasalidade vocálica da língua Guarani-Mbyá. A proposta inicial deste projeto contava com a elaboração de um *corpus* adequado para análise de segmentos vocálicos nasais e com a coleta de dados em campo, no entanto, devido à pandemia de Covid-19, iniciada em 2020 no Brasil, e que impossibilitou encontros presenciais por um longo período de tempo, não pudemos coletar dados em campo, e até mesmo gravações em laboratório não eram sanitariamente possíveis. Portanto, tivemos de ajustar os planos e buscar outras formas de adquirir um *corpus* de fala do Mbyá. Por conta disso, os áudios utilizados neste trabalho são provenientes de gravações realizadas pela Prof.^a Dr.^a Ivana Ivo durante seu doutoramento, pertencentes ao seu acervo pessoal. A pesquisadora gentilmente cedeu suas gravações para a realização deste projeto⁷.

Na sequência, iremos apresentar os procedimentos metodológicos.

1. *Corpus*

O *corpus* selecionado tinha 133 palavras, contendo os sons-alvo: vogais orais e nasais em núcleo de sílaba tônica e pré-tônica. Os contextos não foram controlados. O *corpus* está disponibilizado em Anexo II.

As palavras foram inseridas em uma frase-veículo e repetidas ao menos duas vezes (em alguns casos, o indivíduo repetiu três vezes a mesma frase). As falantes foram orientadas a produzir as frases em velocidade normal de fala. Ao total, tivemos cerca de 798 palavras, mas algumas tiveram de ser excluídas da amostra por conta de alguns equívocos, como ruído na gravação, problemas na captação, pronúncia com velocidade de elocução muito alta ou muito baixa, ou por se tratarem de ditongos, que estão fora do escopo deste trabalho. Os dados da vogal tônica nasal /ĩ/ foram insuficientes para realizar análises ou aplicar testes estatísticos. Ao final, a quantidade de dados analisados foi a seguinte:

⁷ A autorização para uso dos dados de Ivana Pereira Ivo, redigida e assinada pela mesma, está disponível em Anexo I.

Tabela 1 – Quantidade de dados analisados

Tonicidade	Falante	IV		LI		JA	
	Vogal	Oral	Nasal	Oral	Nasal	Oral	Nasal
Vogais tônicas	/a/	76	21	76	17	54	16
	/ɛ/	11	4	15	4	4	4
	/i/	30	9	30	7	22	6
	/ɔ/	9	6	9	5	7	6
	/u/	23	5	27	6	28	4
	/i/	21		25		25	
Vogais pré-tônicas	/a/	56	24	61	27	43	20
	/ɛ/	13	7	11	7	8	9
	/i/	14	16	16	14	16	12
	/ɔ/	16	6	17	4	12	6
	/u/	24	7	24	8	27	2
	/i/	18	4	22	4	18	4
Total		1209					

Ao total foram 1.209 dados analisados.

A frase-veículo era [tʃeai' u] _____ [pã' uẽ pɛ] 'falo _____ para todos', em que, ao meio, ficava a palavra com o som-alvo. Como estímulo foi utilizado um slide com imagens, em que o falante deveria pronunciar a palavra figurada na imagem. A Figura 2 contém um exemplo de imagem apresentada nos slides.

Figura 2 – Imagem utilizada como estímulo para a pronúncia da palavra *adxaka* 'cesto'



Fonte: Ivo (2018)

Nesse exemplo, era esperado que a falante pronunciasse [tʃeai'vu] [adʒa'ka] [pã'vẽ pɛ] 'falo cesto para todos'.

2. Falantes

Foram selecionadas amostras de três falantes do sexo feminino, cuja língua materna é o Guaraní, variedade Mbyá. As falantes habitavam a aldeia, apesar de transitarem com frequência no meio urbano. Nenhuma delas era casada com não-indígena. Elas não apresentavam dificuldades de fala ou escuta no momento das gravações. Suas idades variavam entre 20-30 anos. As falantes habitam no estado de São Paulo.

3. Gravação

As gravações foram realizadas em campo, com um gravador digital modelo *Olympus Digital Voice Recorder DS 40*.

4. Análise de dados

Os dados foram analisados no *software* Praat (Boersma e Weenink, 2017). A partir de uma vistoria manual, as palavras-alvo e os sons-alvo foram segmentados e etiquetados. Foram criadas três camadas (*tiers*) de etiqueta de *textgrid*, sendo elas:

1. Palavra em Guaraní-Mbyá;
2. Segmento-alvo;
3. Tradução da palavra para português.

Na segunda camada, referente ao som-alvo, as vogais tônicas foram sinalizadas com <t> ao lado. Nas Figuras 3 e 4 há exemplos da forma de segmentação dos áudios.

Figura 3 – Tela do *Praat* como exemplo de segmentação dos dados (falante IV).

Nos *tiers*: 1. Palavra; 2. Som-alvo; 3. Tradução

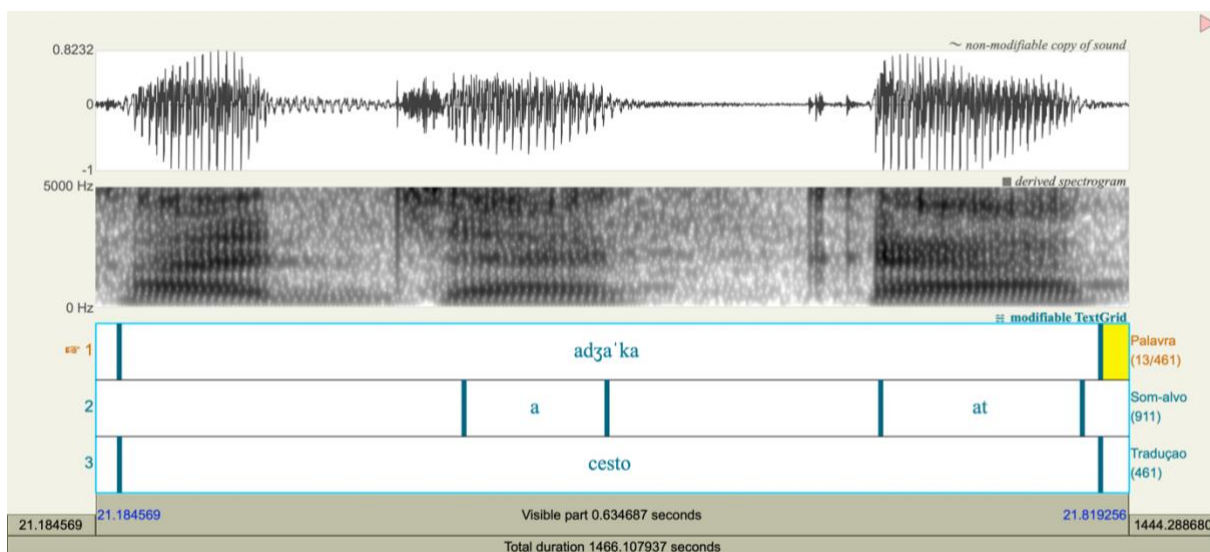
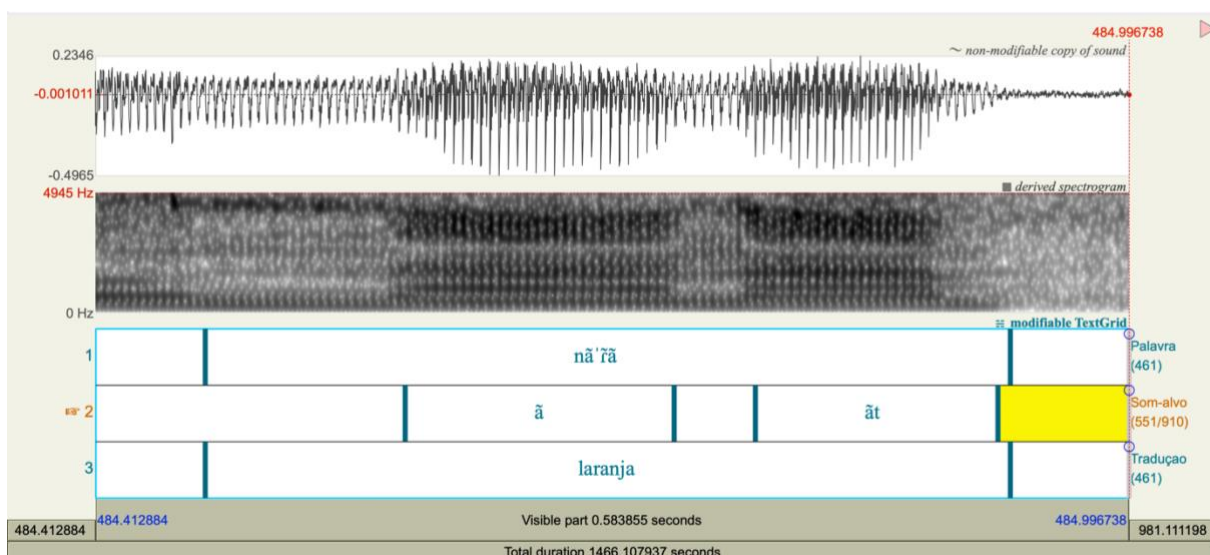


Figura 4 – Tela do *Praat* como exemplo de segmentação dos dados (falante IV).

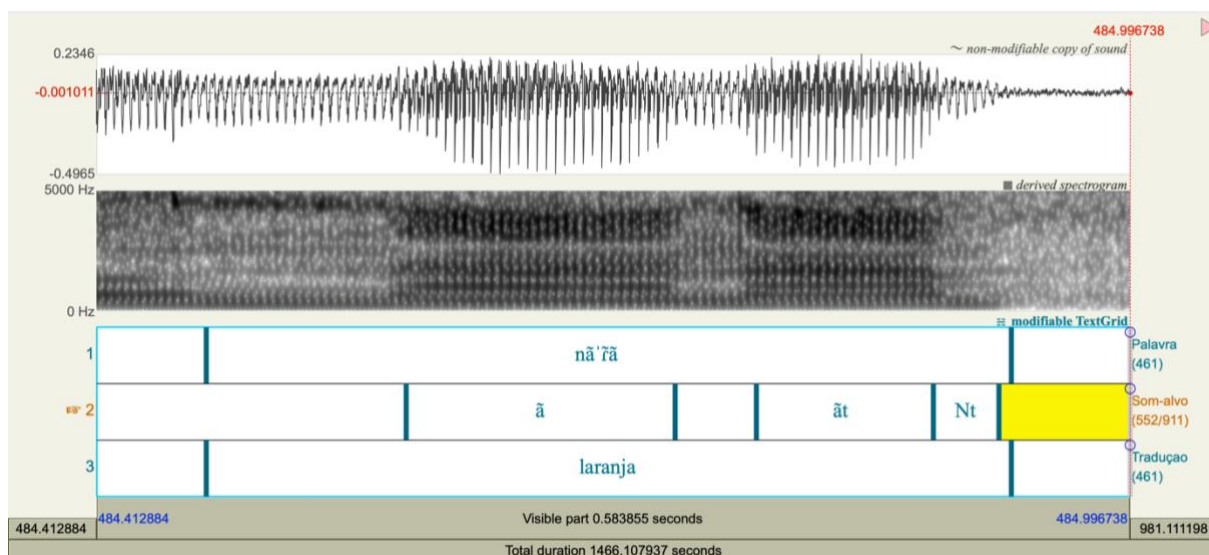
Nos *tiers*: 1. Palavra; 2. Som-alvo; 3. Tradução



Ao segmentar as vogais nasais, observamos a presença de diferentes fases em algumas delas. De oitiva e com base no desenho espectral e na variação de energia no oscilograma, observamos que as vogais nasais tônicas possuíam duas fases. As vogais pré-tônicas nasais também ocorreram com duas fases em alguns contextos específicos. Portanto, segmentamos separadamente as fases distintas, com a fase de apêndice nasal marcada com <N>, quando presentes, resultando na segmentação exemplificada a seguir (Figura 5). Essa segmentação foi necessária

para analisarmos as duas porções das vogais nasais individualmente, como será explicitado nas seções de resultados (Capítulo IV).

Figura 5 – Exemplo de segmentação dos dados (falante IV). Nos *tiers*: 1. Palavra; 2. Som-alvo; 3. Tradução



Fizemos a coleta das medidas que seriam usados na análise manualmente e com auxílio de um *script*. Extraímos manualmente os valores frequência de formantes (Hz), e com o *script* de DiCanio (2011) coletamos os valores de duração (ms) das vogais (*script* disponível em Anexo III). Os valores de duração acústica foram extraídos em ambas as fases, separadamente, para as vogais nasais que possuíam mais de uma fase. Os dados de frequência de formantes (F1, F2 e F3) foram extraídos no ponto médio de cada segmento-alvo, na faixa estacionária. Medimos apenas os valores dos formantes orais. Na coleta de formantes, utilizamos as seguintes configurações do Praat:

- Número de formantes: 5.5
- Largura de banda (s): 0.025
- Faixa dinâmica do espectrograma (dB): 70.0

Para as análises espectrais, através da *fast Fourier transform* (FFT), coletamos um trecho de 25ms na região central de cada segmento, na faixa estacionária.

Para comparar as vogais orais e nasais e tônicas e pré-tônicas utilizamos análises estatísticas. Aplicamos o teste de Shapiro-Wilk para verificar se a distribuição dos dados se aproximava de uma distribuição normal, ou seja, se os dados formavam

uma curva de Gauss. Para os dados que demonstraram normalidade na distribuição, realizamos um teste t de Welch, já nos dados com distribuição não normal, aplicamos um teste de Wilcoxon, versão do teste t para dados não normalizados (Oushiro, 2022). Essas análises estatísticas foram feitas no *software* R (R Core Team, 2023), bem como os gráficos de dispersão de vogais – espaços acústicos. Os gráficos de barras foram desenhados no programa Excel. Na sequência, serão reportados os resultados e discussões de nosso experimento.

PARTE IV: ANÁLISES DE VOGAIS NASAIS DO GUARANI-MBYÁ

1. *Inventário fonético de vogais*

Na amostra analisada, foram produzidas as seguintes vogais em posição tônica na fala de todas as falantes de Guarani-Mbyá:

i	ĩ	u	ĩ	ĩ	ũ
ɛ	a	ɔ	ẽ	ã	õ

Houve apenas uma produção da vogal média-alta posterior [o] em posição tônica na amostra.

Na posição pré-tônica, além dessas, foram verificadas algumas ocorrências de vogais médias-altas [e] e [o] tanto orais quanto nasalizadas nas produções das falantes. Houve a ocorrência das vogais [e], [ẽ], [o] e [õ] nos dados da falante IV, no entanto, em baixa frequência em comparação às médias-baixas na mesma posição de tonicidade para essa falante. Na amostra da falante LI, ocorreram algumas produções da vogal média-alta [õ], também com pouca frequência e apenas na palavra [kanõ'ã] 'canoa', que é um vocábulo originado de empréstimo no Mbyá⁸. Opostamente, na amostra da falante JA, em posição pré-tônica, a ocorrência de médias-altas foi mais frequente do que de médias-baixas. A produção das médias-altas [e], [ẽ], [o] e [õ] foi recorrente e, inclusive, não houve a produção de [ɛ] nessa posição. Ivo (2018) também registra que a variedade Mbyá utiliza prioritariamente vogais médias-baixas em posição tônica e, mesmo em posições átonas, a produção de médias-altas é em menor proporção.

O fato das vogais [ɛ] e [ɔ] serem mais produtivas em posição contrastiva no Mbyá é uma característica que aproxima essa variedade do Nhandewa (falada nos estados de São Paulo e Paraná), pois ambas produzem prioritariamente vogais médias-baixas, em detrimento das médias-altas. Isso as difere das outras variedades faladas no Brasil, Kaiowá (presente no estado de Mato Grosso do Sul) e Nhandeva

⁸ Nas amostras das três falantes, [kanõ'ã] 'canoa' sempre foi produzido com a vogal média-alta [õ].

(também presente no estado do Mato Grosso do Sul), em que a produção das vogais [o] e [e] é mais produtiva em contexto tônico e átono (Ivo, 2018).

Sublinha-se que a quantidade de dados da vogal alta central nasal tônica [ɪ̃] foi muito baixo em nossa amostra, portanto, não pudemos realizar análises acerca desse segmento e nem obter dados estatísticos a partir dele, por isso, ele não será discutido nos resultados a seguir.

2. Primeiros passos: inspeção visual

2.1. Vogais tônicas

A análise dos dados partiu de uma inspeção visual de amostras dos espectrogramas e das formas de onda de nosso acervo. As vogais nasais e nasalizadas em diversas línguas do mundo ocorrem com a presença de diferentes fases, como fase oral, nasal e/ou de apêndice nasal (Cristófar-Silva *et al.*, 2019). Nas vogais tônicas nasais de nossa amostra, as vogais que são subjacentemente nasais, visualizamos a presença de duas fases. Na primeira fase, pudemos identificar os formantes orais – primeiro, segundo, terceiro e quarto formantes – que, em algumas ocorrências, foram deslocados em relação às suas posições “originais” em vogais orais, e, além deles, pudemos visualizar um ou mais formante/s nasal/is. Essa fase, que chamamos de **fase nasal**, ocupou a maior parte das vogais nasais.

Na segunda parte dessas vogais, distinguimos uma fase na qual há um esmaecimento dos formantes, em que o primeiro formante é reforçado, mas os demais formantes orais são amortecidos e pouco, ou nada, visíveis no espectrograma. Também há uma queda brusca de amplitude perceptível na forma de onda. Compreendemos essa fase como um **apêndice nasal**, por corresponder ao momento de gesto de fechamento dos lábios. Não é fácil distinguir precisamente em que ponto ocorre a divisão entre a fase nasal e o apêndice nasal. Para fazer tal bifurcação, recorreremos a recursos como a observação da acentuada queda de amplitude e a perda visível de formantes (como Raposo de Medeiros, D’Imperio e Espesser, 2008).

Portanto, foi possível distinguir, nas vogais subjacentes nasais, duas fases: uma fase nasal e uma fase de apêndice nasal. A presença dessa segunda fase

caracteriza um gesto de abertura vélica que começa ainda antes do gesto vocálico e termina após o final desse, nessa língua.

Além disso, observou-se que todas as vogais tônicas precedidas por pré-nasalizadas [mb nd ŋg] eram orais e todas as precedidas por nasais plenas [m n ŋ] eram nasais. Isso está em consonância com a literatura, que descreve a vogal tônica como condicionante da realização da consoante (nasal ou pré-nasalizada) que a precede. Como Gregores e Suárez (1967) descrevem, articulatoriamente: “In a sequence like [ma], the velic remains open all throughout; in one like [mba], the movement of the velic precedes that of the lips” (p. 40). Dado também já verificado em estudos anteriores de Seara, Oliveira e Martins (2021).

A seguir será apresentada uma análise inicial das vogais tônicas nasais e orais exemplares encontradas na amostra. Dentro dessa análise inicial, abordamos alguns parâmetros relevantes na identificação de vogais nasais, como a duração (em milissegundos), a frequência dos formantes (em hertz) e a presença de diferentes fases acústicas.

Nas vogais, as frequências dos formantes orais são medidas que possuem relação primordial com aspectos articulatórios envolvidos na produção desses sons, como a altura do subsistema linguomandibular, o recuo ou avanço lingual e a posição mais ou menos arredondada dos lábios. O primeiro formante (chamado de F1) possui uma relação inversamente proporcional com a altura linguomandibular, isto é, quanto mais alto for o valor de F1, mais baixa está posicionada a língua e mandíbula para uma vogal, já, quanto mais baixo for o valor de F1, mais alto está o subsistema linguomandibular nesse som. No que diz respeito ao segundo formante (chamado de F2), há relação com o eixo sagital da língua, ou seja, quanto mais alto for o valor de F2, mais anterior é a posição da língua nesse segmento, e, quanto mais baixo for o valor de F2, mais posterior será a posição da língua na vogal em questão (Barbosa e Madureira, 2015). Acerca do terceiro formante (F3), a relação é com o arredondamento labial, desse modo, quanto mais baixo for o valor de F3, mais arredondada é a vogal, já, quanto mais alto for o valor de F3, menos arredondada é o som. Portanto, tem-se que vogais altas possuem F1 mais baixo, em comparação às vogais baixas; vogais anteriores possuem F2 mais alto, em relação às vogais posteriores; e vogais arredondadas possuem F3 mais baixo, quando comparadas às vogais não arredondadas (Cristófato-Silva *et al.*, 2019).

Nas imagens de espectrograma, é possível visualizar os formantes nos *traços horizontais pontilhados* em vermelho, sendo a primeira *linha*, em frequência mais baixa, referente ao F1, a segunda referente ao F2, a terceira referente ao F3, e assim por diante. No eixo y, dos espectrogramas, visualiza-se os valores de frequência (Hz) de 0 a 5.000Hz, o que auxilia na identificação do valor dos formantes. No eixo x, tem-se o tempo. No oscilograma, o eixo y demonstra o valor de amplitude (dB) e o eixo x, o tempo (s). O traço azul vertical nas Figuras das vogais nasais indica a divisão aproximada das fases nasal e de apêndice nasal.

Figura 6 – Oscilograma e espectrograma da vogal tônica [ã] em [ĩ'kwã] 'dedo dele/a' (falante IV)

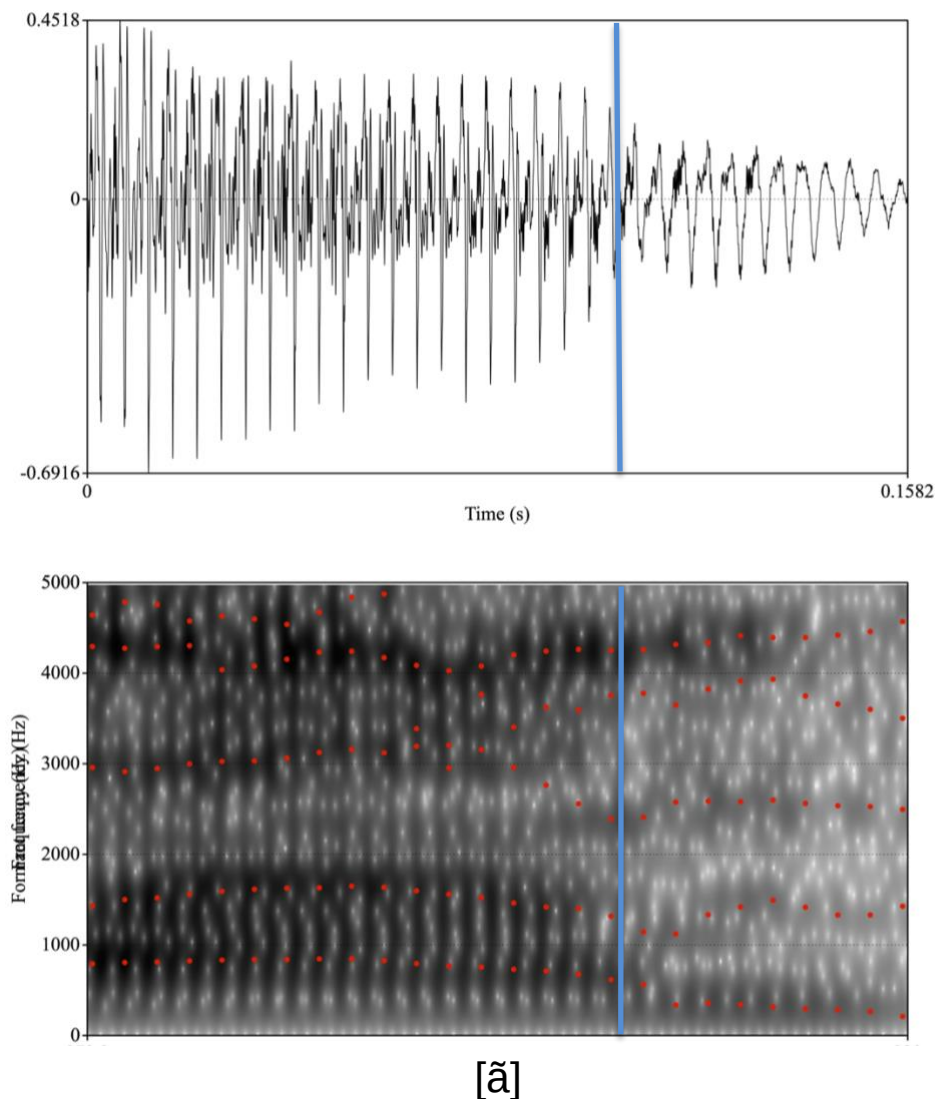
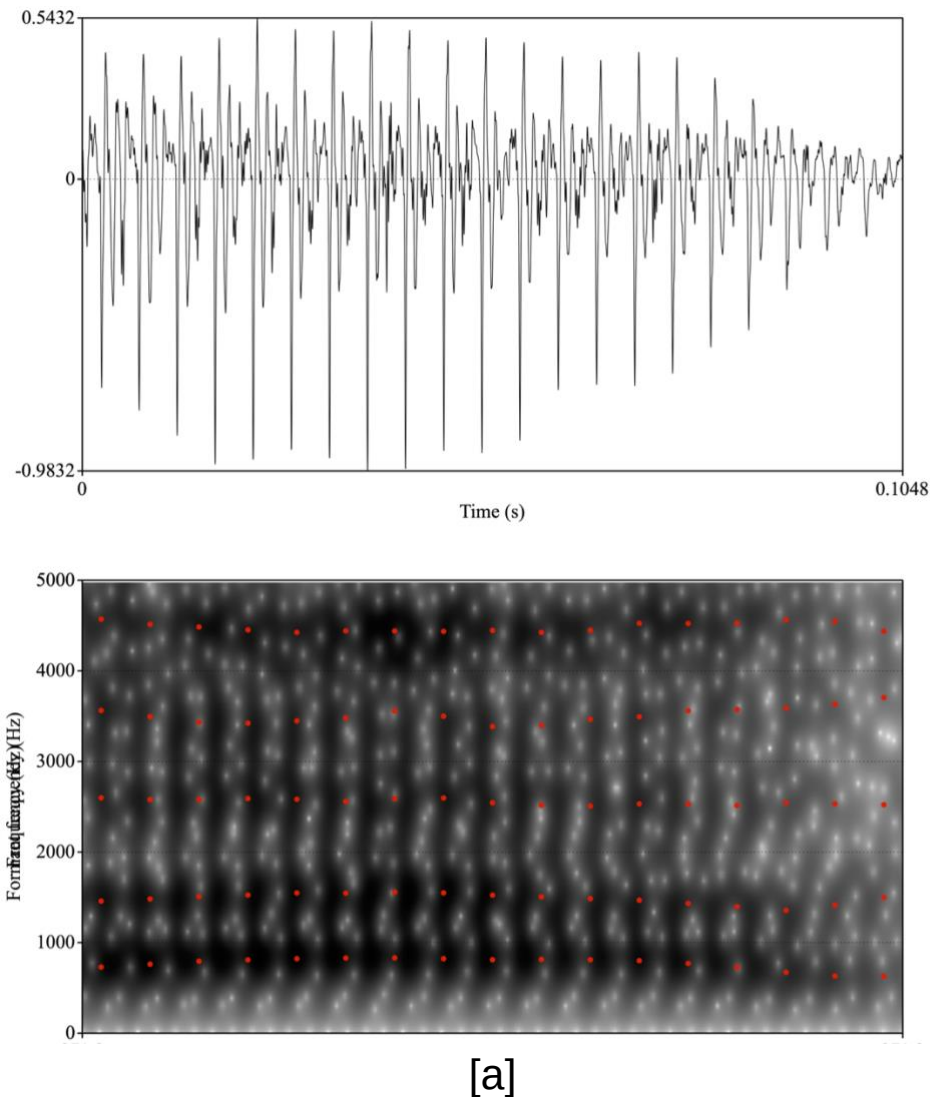


Figura 7 – Oscilograma e espectrograma da vogal tônica [a] em [i' kwa] 'buraco' (falante IV)



A partir dos espectrogramas, visualizamos diferenças entre a vogal tônica nasal [ã] e oral [a]. Na vogal nasal (Figura 6), o primeiro formante oral (F1) parece se misturar com um formante nasal previsto por volta de 1.000 Hz⁹, segundo a literatura para outras línguas (Cristófar-Silva *et al.*, 2019), o que torna o F1 e F2 orais menos discerníveis, e há um aumento na largura de banda desses formantes, assim a energia parece mais ampla, se compararmos aos da vogal oral (Figura 7). O segundo formante oral (F2) da vogal nasal está um pouco alçado em relação à posição original na vogal

⁹ Ressalta-se que existe, em cada emissão, diversos formantes nasais, mas há uma convenção na literatura acerca de alguns que são comumente mais visíveis no espectrograma (Barbosa e Madureira, 2015).

oral, o que pode ser um deslocamento causado por formante nasal entre o F1 e o F2 nesse segmento nasal. As frequências altas da vogal nasal também sofrem influência da nasalização, o que as torna mais esmaecidas.

Ao final da vogal nasal, há um momento acústico de apêndice nasal, separado da fase nasal pela barra azul na imagem, em que não se vê mais os formantes orais e parece haver um formante nasal de baixa frequência reforçado, que se mantém estável até o final do apêndice. Se olharmos para a forma de onda, há uma queda brusca da amplitude, sendo esse outro indício da fase de apêndice nasal, o que não ocorre na vogal oral. As vogais nasais possuem, *per se*, menor amplitude em relação às orais, o que pode ser comparado pelos valores de decibéis (dB) no oscilograma, no entanto, no momento do apêndice nasal o decaimento é perceptivelmente maior, o que sugere um momento de saída de ar exclusiva pela fossa nasal. No oscilograma da vogal oral, há uma breve queda de amplitude ao final da vogal, sendo este um breve momento de murmúrio vocálico, causada pela vogal estar em fronteira de palavra, seguida de silêncio/pausa.

Algumas vogais orais possuem um efeito de contorno, que é um murmúrio vocálico, no qual é possível visualizar um semelhante esmaecimento nos formantes no espectrograma e o decaimento da forma de onda, em que a vogal final se prolonga levemente, todavia, não se trata de um apêndice nasal. Diferentemente, o apêndice nasal possui maior duração, sempre acompanha o amortecimento dos formantes orais e visualiza-se queda brusca e gradual na amplitude.

Por fim, outro aspecto que diferencia essas vogais nasais e orais é a duração. A vogal nasal desse exemplo possui 158ms ao total, enquanto a vogal oral possui ao total 104ms¹⁰.

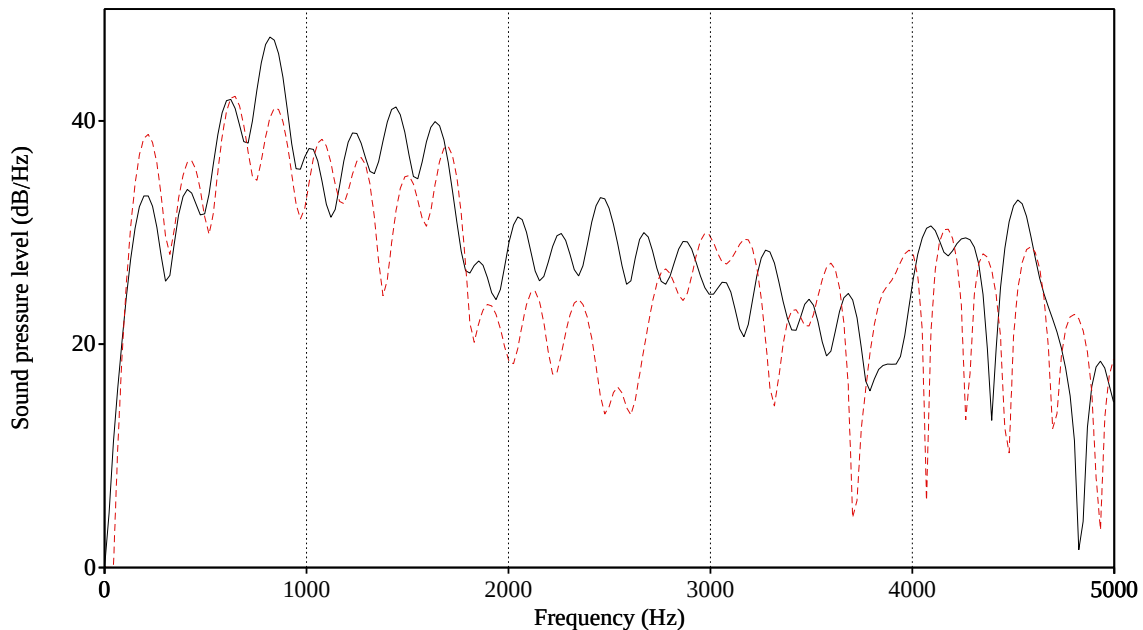
Na sequência, é apresentado o espectro de Fourier dessas vogais¹¹. A técnica de transformada rápida de Fourier (*Fast Fourier Transform*), doravante FFT, proporciona uma visualização acurada dos formantes dos segmentos, visíveis nos picos das ondas, o que reflete o exposto nos espectrogramas. No FFT, visualiza-se, no eixo x, a frequência (de 0 a 5.000Hz na imagem abaixo), e, no eixo y (dB/Hz), o nível de pressão sonora, o qual é determinado pela amplitude da onda sonora.

¹⁰ Dados e comparações de duração serão detalhados na Seção 3 deste Capítulo.

¹¹ Todos os FFTs aqui apresentados são provenientes de um recorte de 25ms na região central dos segmentos.

Nas Figuras de FFT são apresentadas as vogais nasais e suas contrapartes orais sobrepostas, sendo o FFT da vogal nasal a linha tracejada em vermelho e o FFT da vogal oral a linha preta contínua.

Figura 8 – Espectro de Fourier da vogal nasal tônica [ã] (linha tracejada em vermelho) e da vogal oral tônica [a] (linha contínua preta) (falante IV)



O FFT da vogal [ã] nasal (linha tracejada em vermelho) e da vogal [a] oral (linha contínua em preto) nos permite visualizar, nos picos de frequência, os formantes desses segmentos. Percebe-se que o pico de F1 da vogal oral está em torno de 900Hz, e o da vogal nasal levemente acima de 900Hz. O F2 da vogal nasal está no pico em torno de 1.800Hz e o da vogal oral está abaixo disso, em torno de 1.500Hz. O que causa a frequência mais alta de F2 da vogal nasal é um formante nasal, por volta de 1.200Hz que “desloca” o formante oral. Já o F3 da vogal oral é distante do F3 da vogal nasal, estando no pico em 2.500Hz, enquanto o F3 da vogal nasal está no pico por volta de 3.000Hz.

A seguir, são apresentadas as Figuras das vogais [ẽ] e [ɛ].

Figura 9 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [ẽ] em [kwãrãpẽ'pẽ]
'abóbora' (falante IV)

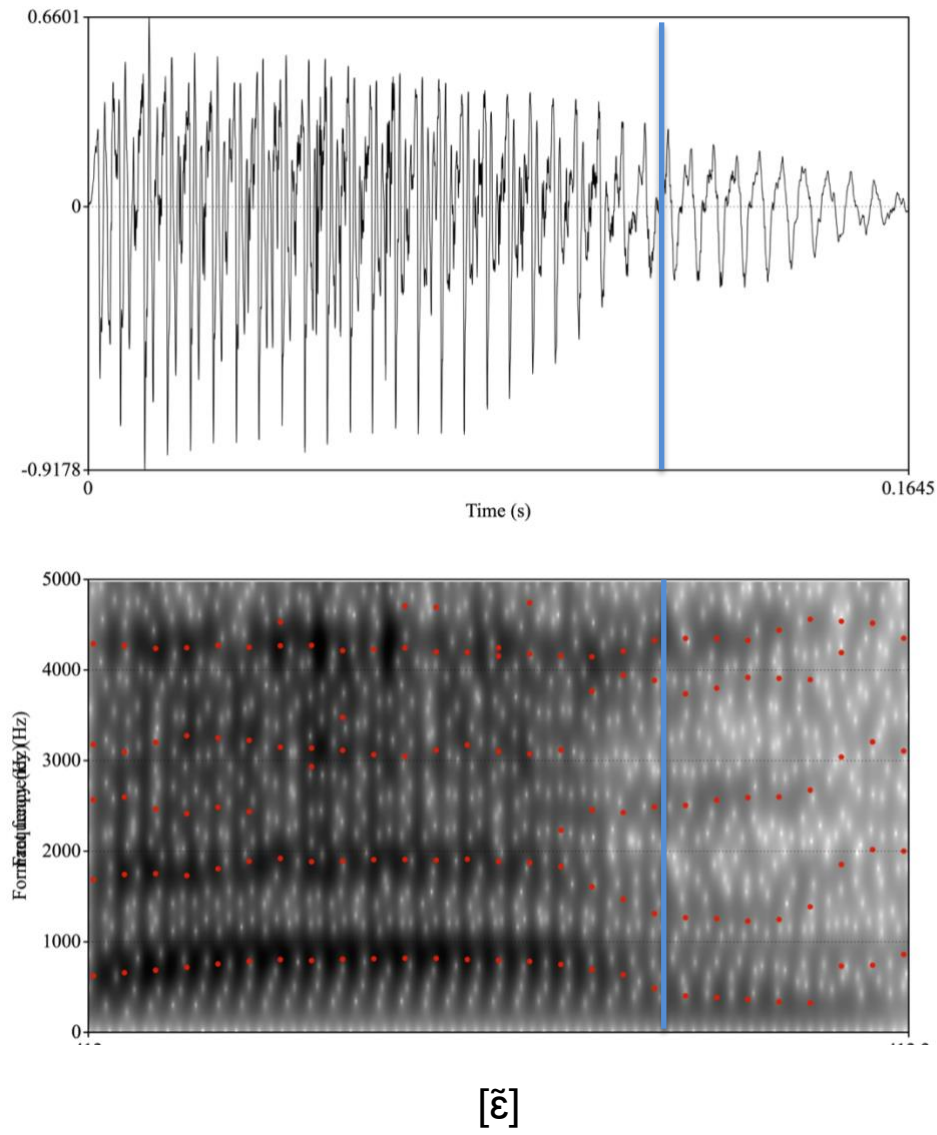
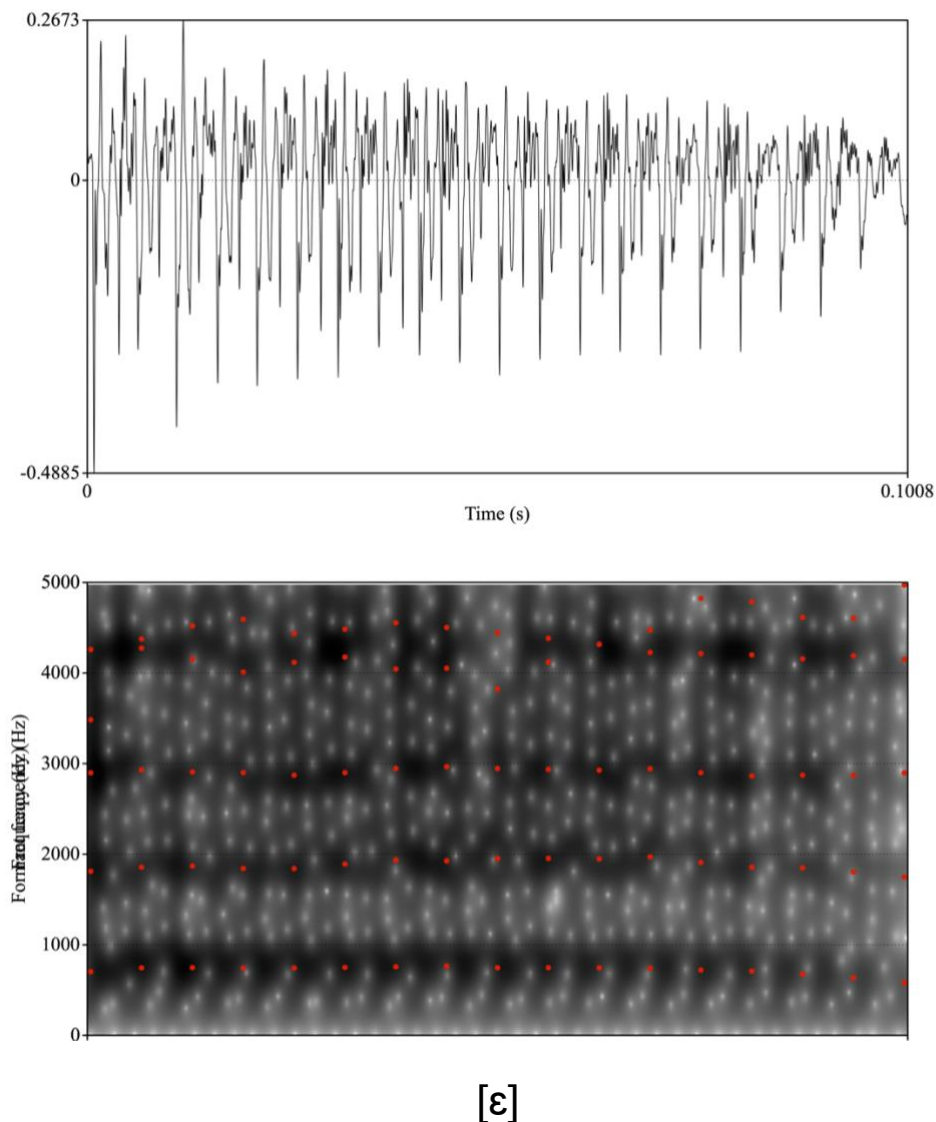


Figura 10 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [ɛ] em [kõmã'ndarɔ'pɛ] 'vagem de feijão' (falante IV)

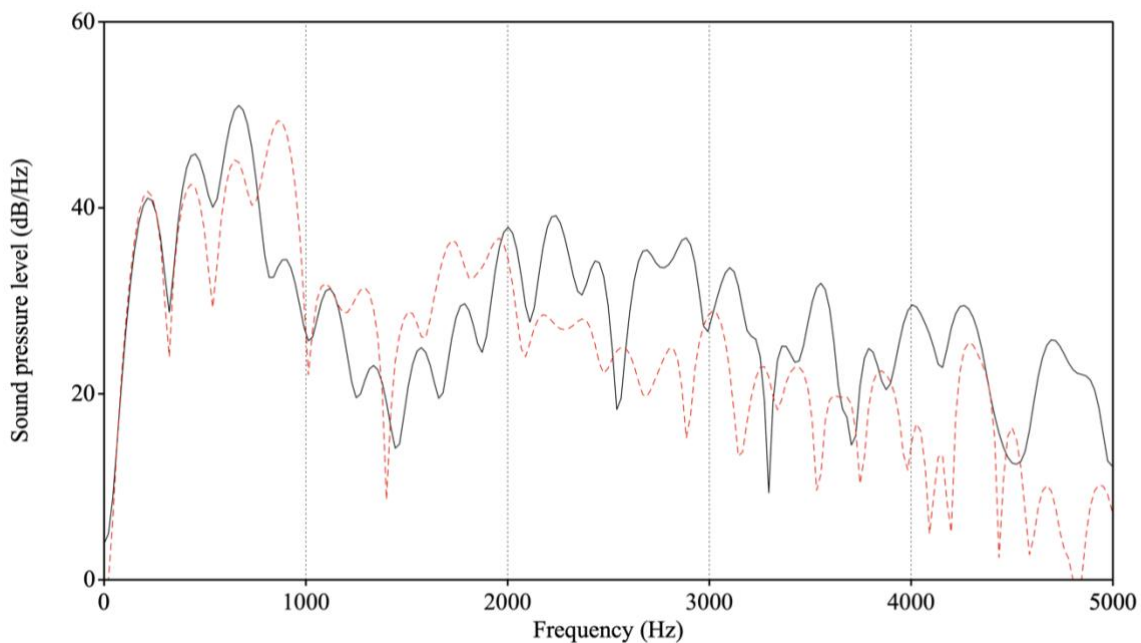


No espectrograma da vogal nasal [ẽ], na Figura 9, percebe-se que o F1 é um pouco mais alto do que sua posição “original” na vogal oral (Figura 10), o que indica que esse pode ser um formante oral deslocado por um formante nasal pouco abaixo dele, que possivelmente se misturou ao F1, de modo que não é possível identificá-lo individualmente. O F2 das vogais oral e nasal parece se localizar em torno do mesmo valor de frequência. Na vogal nasal, as frequências orais mais altas – F3 e F4 – são menos discerníveis em comparação às da vogal oral, em que todos os quatro formantes orais seguem estáveis até o fim da produção do segmento. Isso ocorre, pois a nasalização afeta as altas frequências. Ainda assim, mesmo de forma esmaecida, é possível perceber que o F3 e o F4 da vogal nasal são um pouco mais

altos em comparação aos mesmos formantes na vogal oral, indicando deslocamento de formantes. Acerca da segunda fase da vogal nasal, é possível visualizar o apêndice nasal (lado direito da barra azul), em que os formantes orais são bastante amortecidos e pode-se identificar um formante nasal (FN) de baixa frequência. Diferentemente, na emissão da vogal oral, não há esse momento com características de apêndice ao final da vogal.

No oscilograma da nasal, percebe-se a presença da fase de apêndice nasal pela queda de energia ao fim da vogal (espaço à direita da barra azul). Já, no oscilograma da oral, a energia é estável até o fim da produção. A diferença de duração também é relevante, pois, enquanto [ẽ] possui 164ms, [ɛ] possui apenas 100ms.

Figura 11 – Espectro de Fourier da vogal nasal tônica [ẽ] (linha tracejada em vermelho) e da vogal oral tônica [ɛ] (linha contínua preta) (falante IV)



O FFT das ressonâncias da vogal oral e nasal sobrepostas auxilia na identificação de diferenças e similitudes dos formantes dessas vogais. Na Figura 11, percebe-se o pico de F1 da vogal nasal um pouco mais alto, por volta de 900Hz, em comparação ao pico de F1 da vogal oral, por volta de 800Hz. O pico de F2 da vogal nasal, quase em 2.000Hz, é similar ao da vogal oral, que tem o pico de frequência em 2.000Hz. O F3 da vogal nasal é visível no pico em 3.000Hz, e o da vogal oral está

pouco abaixo disso, por volta de 2.900Hz. Nota-se, ainda, no FFT, a maior amplitude da vogal nasal em frequências mais baixas.

A seguir, os dados das vogais altas [ĩ] e [i].

Figura 12 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [ĩ] em [tãtã'tĩ] ‘fumaça’ (falante JA)

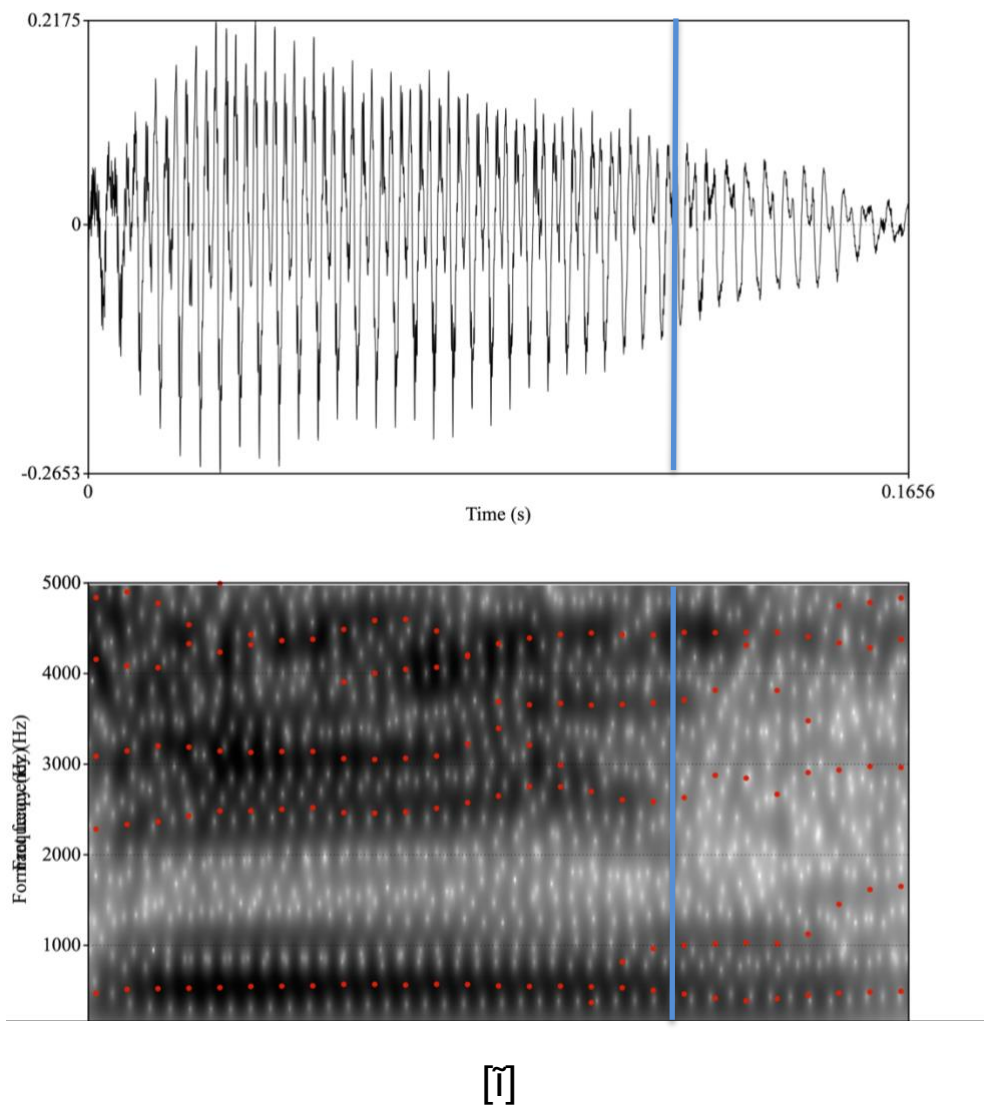
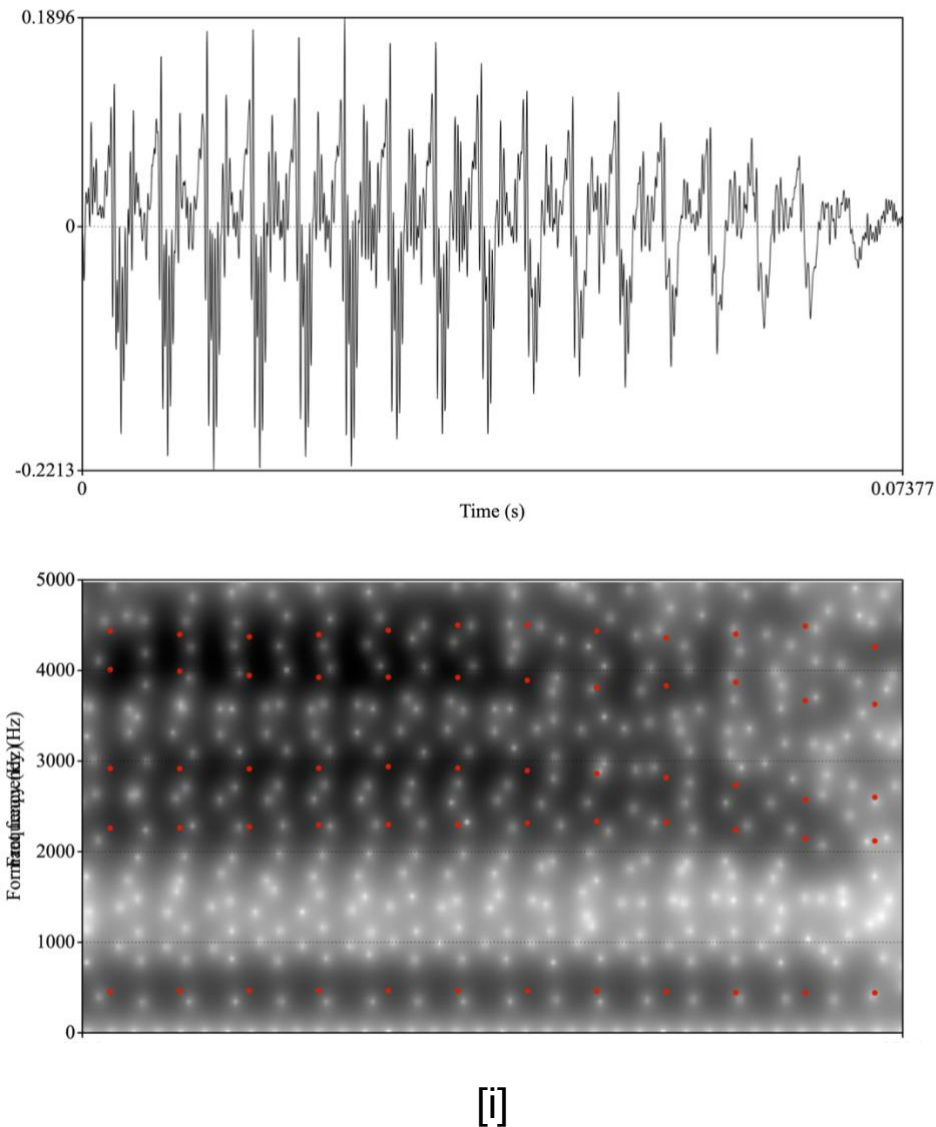


Figura 13 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [i] em [dʒaˌgwarepoˈtʃi] ‘fezes de cachorro’ (falante JA)

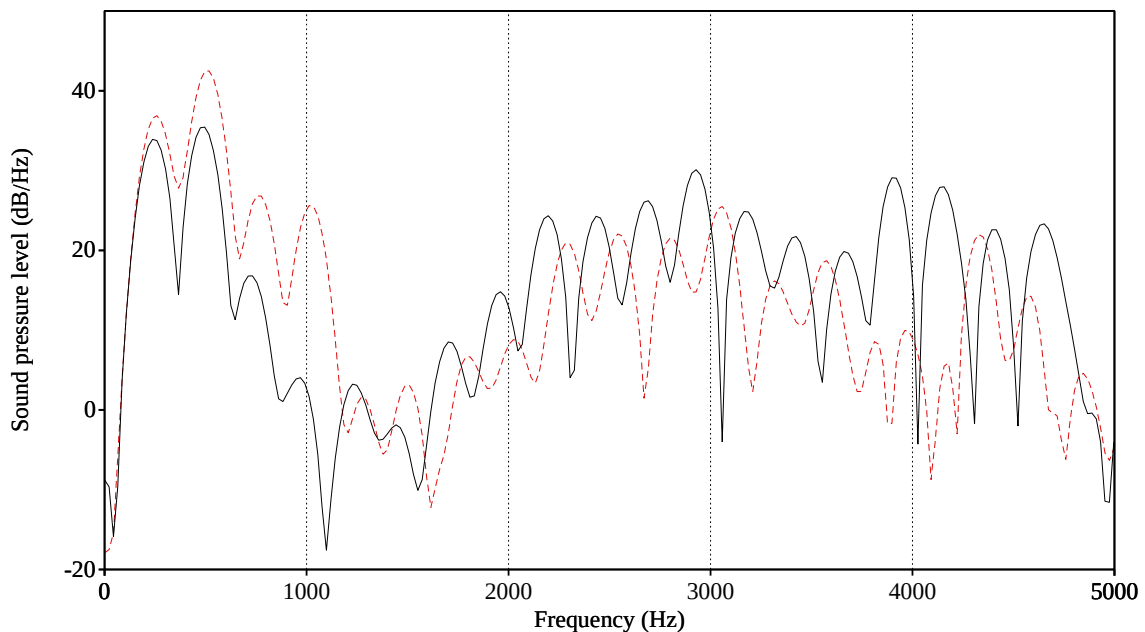


Algumas diferenças entre a vogal [ĩ] nasal (Figura 12) e a vogal [i] oral (Figura 13) são nítidas, como a presença de um formante nasal por volta de 1.000~1.100Hz, visível no espectrograma da vogal nasal, que se prolonga durante a fase nasal e vai quase até o fim do apêndice nasal, atravessando a produção inteira dessa vogal. Inclusive, na fase de apêndice nasal (lado direito da faixa azul), esse formante nasal é erroneamente captado pelo *software* como um formante oral. Há também um formante nasal em baixa frequência em [ĩ], próximo ao primeiro formante oral, impossibilitando que o distingamos. O F1 de ambas as vogais está em torno de 400Hz. O F2 da oral está em torno de 2.100Hz e o da nasal, em torno de 2.300Hz, aumento causado pelo

formante nasal entre o F1 e F2. O F3 da oral está em 3.000Hz e o da nasal em torno de 3.100Hz, alçamento também causado pelo formante nasal.

No oscilograma, o apêndice nasal é marcado pela queda gradual, mas acentuada, da amplitude, que se prolonga por alguns milissegundos e é acompanhada pelo esmaecimento dos formantes orais. A vogal oral possui um murmúrio vocálico ao final. Ademais, a duração da [ĩ] é mais longa, com 165ms, contra a duração de 73ms da vogal oral.

Figura 14 – Espectro de Fourier da vogal nasal tônica [ĩ] (linha tracejada em vermelho) e da vogal oral tônica [i] (linha contínua preta) (falante JA)



No FFT, disposto na Figura 14, percebe-se que o primeiro pico das vogais nasal e oral [ĩ] e [i] está próximo, indicando um F1 semelhante para essas vogais, em torno de 400Hz. A vogal nasal possui um pico em torno de 1.000Hz que indica a presença do formante nasal, também visível no espectrograma da Figura 12. O F2 da vogal nasal é visível no pico em 2.200Hz, e possui frequência um pouco mais alta do que o da oral, que está por volta de 2.100Hz. Semelhante ao F3, que na vogal nasal possui frequência um pouco mais alta do que na vogal oral, estando pouco acima de 3.000Hz na vogal nasal e pouco abaixo desse valor, na vogal oral.

Figura 15 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [õ] em [mẽ' rõ] 'melão' (falante LI)

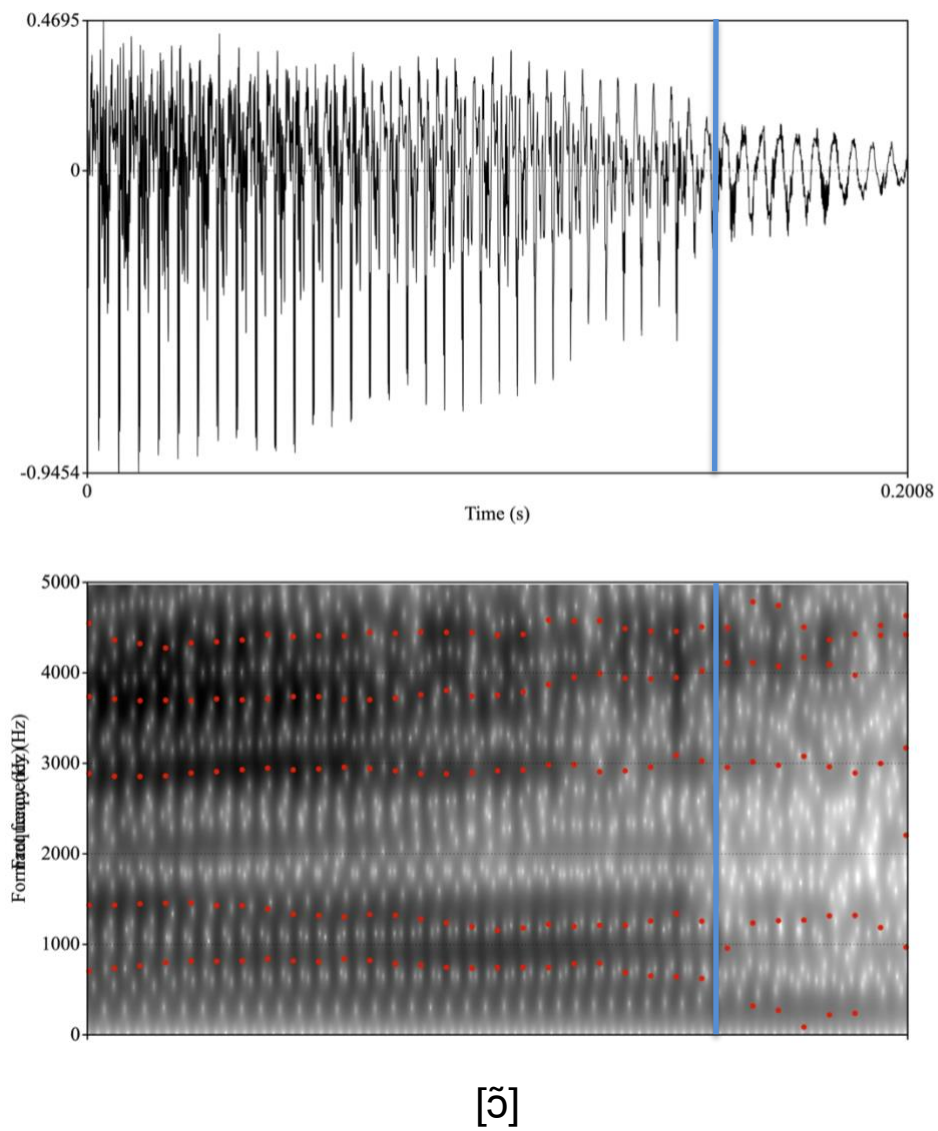
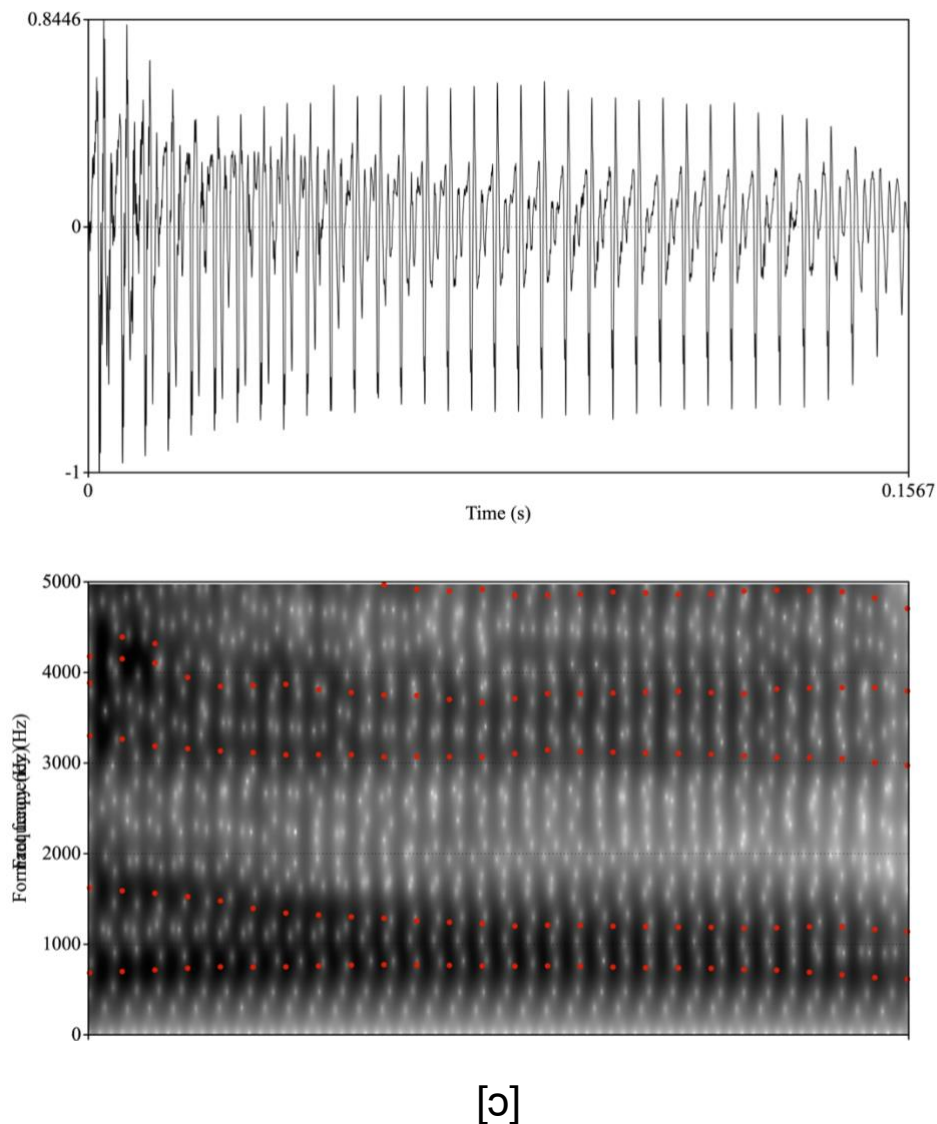


Figura 16 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [ɔ] em [tagwa'tɔ]
'gavião' (falante LI)



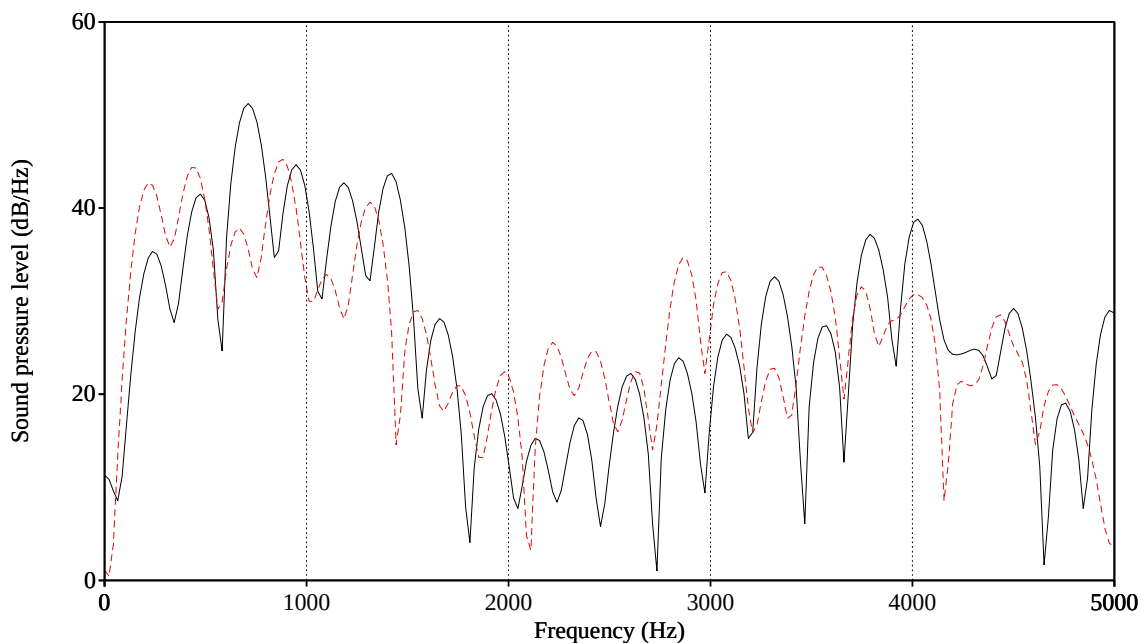
A partir dos espectrogramas exibidos nas Figuras 15 e 16, podemos perceber que o primeiro formante da vogal nasal [õ] tem frequência mais alta do que a de sua contraparte oral, o que demonstra um deslocamento dessa ressonância ocasionada por um formante nasal de baixa frequência. O primeiro formante dessa vogal nasal parece duplicado por conta de um agrupamento de formantes (nasal e oral) em torno de 600~700Hz. Há um formante nasal na faixa dos 2.000Hz em [õ]. O F2 da vogal oral e da nasal está em torno de 1.200~1.400Hz, pelo espectrograma. O F3 de ambas as vogais também coincide em 3.000Hz.

O apêndice nasal da vogal nasal [õ] é visível no espectrograma mostrado na Figura 15, à direita da faixa azul, espaço em que os formantes orais são esmaecidos.

De modo oposto, no espectrograma da vogal oral [ɔ], os quatro formantes orais são evidentes ao longo de toda emissão da vogal. No oscilograma da vogal nasal, há uma queda acentuada de amplitude que indica o momento de apêndice nasal.

A duração de ambas difere, a vogal nasal é mais longa, com 200ms, em comparação à vogal oral, com 156ms.

Figura 17 – Espectro de Fourier da vogal nasal tônica [õ] (linha tracejada em vermelho) e da vogal oral tônica [ɔ] (linha contínua preta) (falante LI)



Os picos no FFT, apresentado na Figura 17, indicam as ressonâncias das vogais [õ] e [ɔ]. Percebe-se o primeiro pico da vogal oral em 700Hz, que demonstra o F1 dessa vogal, já o pico de F1 da nasal tem uma frequência um pouco mais alta, estando em torno de 950Hz. Um pico da vogal nasal, em baixa frequência, por volta de 350Hz, indica a presença de um formante nasal e outro pico por volta de 2.000Hz indica a presença de outro formante nasal.

O pico em torno de 1.200Hz é identificado com o F2 da vogal nasal, enquanto o F2 da vogal oral está no pico com frequência um pouco mais alta, em torno de 1.250Hz. Em torno de 2.000Hz há o aparecimento de um formante nasal na vogal nasal. O F3 da vogal nasal está no pico pouco abaixo de 3.000Hz e o F3 da vogal oral está pouco acima disso.

Figura 18 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [ũ] em [nãtʃĩˈʔũ]
 ‘pernilongo’ (falante JA)

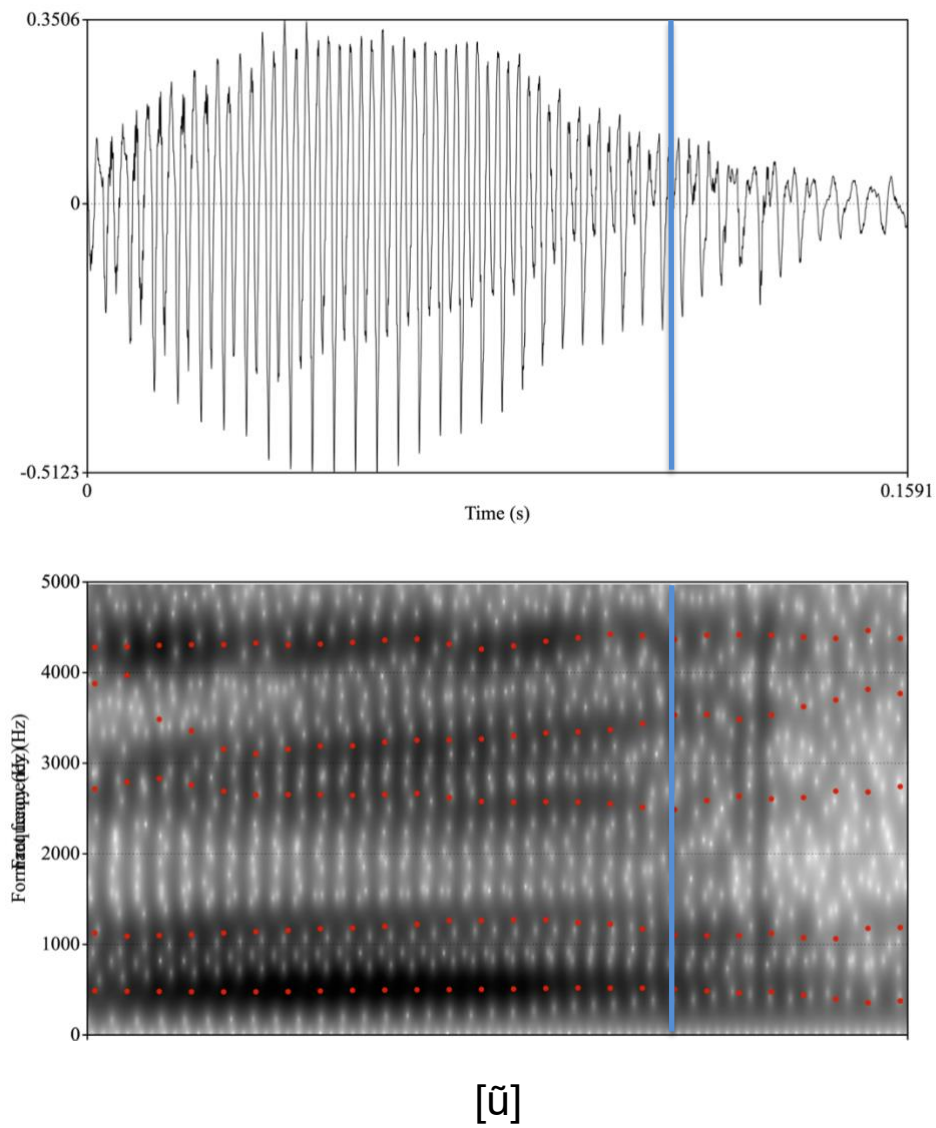
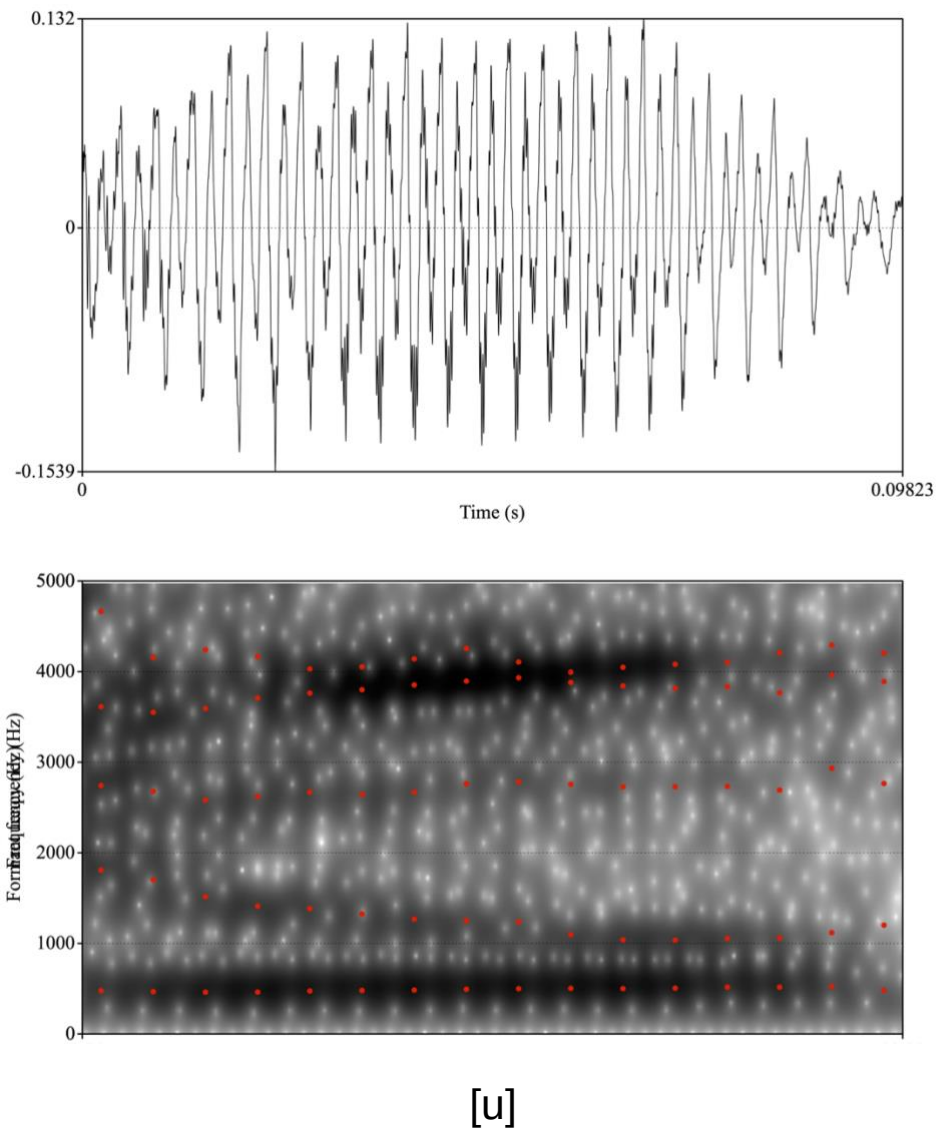


Figura 19 – Forma de onda e espectrograma da vogal tônica [u] em [mandi'dʒu]
'algodão' (falante JA)

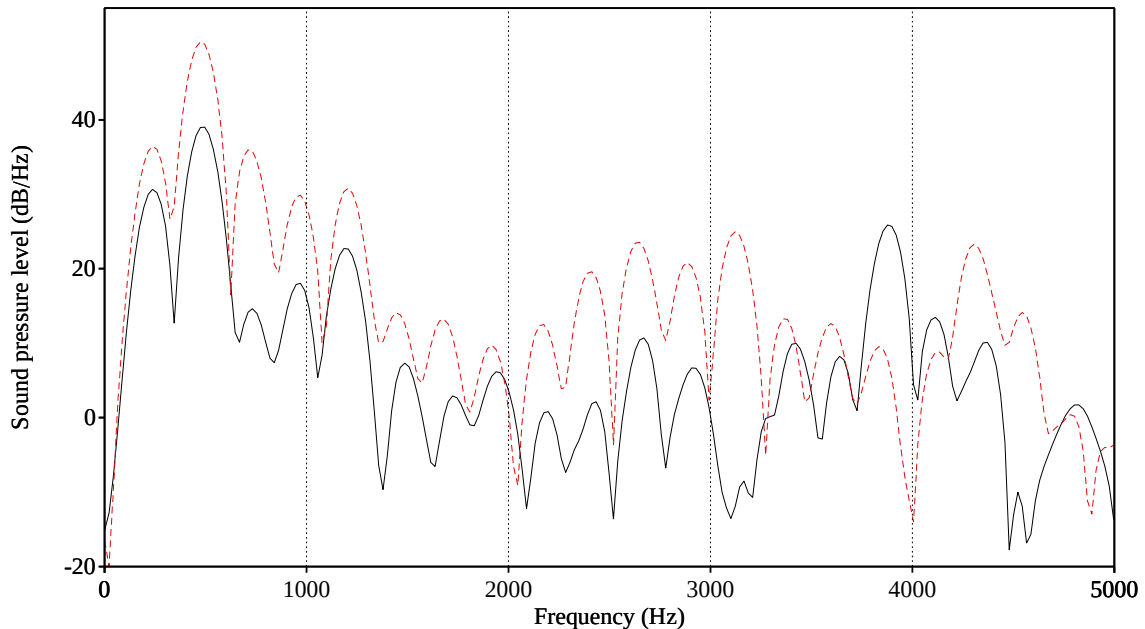


A partir dos espectrogramas apresentados nas Figuras 18 e 19, percebe-se que o F1, F2 e F3 das vogais [ũ] e [u] possuem valores similares, sendo o F1 em torno de 400Hz, F2 em torno de 1.100Hz e F3 em torno de 2.800Hz. Há aumento da largura de banda nos dois primeiros formantes da vogal nasal, característico em vogais nasais.

No espectrograma, o apêndice nasal fica evidente ao final da nasal, onde não há formantes orais, apenas um formante nasal de baixa frequência. O oscilograma demonstra a fase do apêndice nasal com a perda acentuada e prolongada de energia, o que não ocorre na vogal oral.

A duração das vogais oral e nasal difere de modo robusto, enquanto [ũ] possui 159ms, [u] possui 98ms.

Figura 20 – Espectro de Fourier da vogal nasal tônica [ũ] (linha tracejada em vermelho) e da vogal oral tônica [u] (linha contínua preta) (falante JA)



Os FFTs das vogais [ũ] e [u], na Figura 20, ratificam que o primeiro, segundo e terceiro formantes orais dessas vogais são similares, visível pela sobreposição dos picos. O F1, tanto da vogal nasal, quanto da vogal oral, localiza-se no pico em torno de 400Hz, o F2, no pico por volta de 1.200Hz, e o F3, no pico em torno de 2.850Hz. Não parece haver grandes diferenças na constituição formântica entre essas vogais e não há formantes nasais visíveis na vogal nasal. As diferenças mais relevantes entre elas são: a presença de segunda fase na vogal nasal e a duração.

Essa breve apresentação e descrição acerca das vogais tônicas de nossa amostra demonstrou aspectos acústicos observados nesses segmentos nasais em contraste com os orais, sendo o primeiro passo para nossa análise.

Conclusões

Com essa análise inicial, pudemos sugerir alguns aspectos acústicos sobre as vogais tônicas:

a. Todas as vogais nasais tônicas do Guarani-Mbyá em nossa amostra demonstraram a ocorrência de duas fases: **fase nasal** e **fase de apêndice nasal**. No PB, esse apêndice nasal (ou, como outros pesquisadores chamam, murmúrio nasal ou vocálico) é frequentemente descrito como uma consoante nasal que segue a vogal. No Guarani, ainda há uma lacuna em pesquisas fonológicas que busquem interpretar esse complexo fenômeno que pode ser pensado como um entre-lugar de uma vogal e uma consoante. Os dialetos Guarani modernos perderam a coda consonantal que havia no Proto-Tupi-Guarani (Rodrigues, 1945), como já mencionado; a partir disso, muitos autores defendem que essa queda resultou na vogal nasal final, originada pela transmissão de nasalidade à vogal que precedia a consoante nasal final. Com isso, manifestamos a seguinte questão: esse aspecto “bifásico” das vogais pode ser interpretado como um resquício dessa proto-coda nasal consonantal?

b. O fato de haver uma fase de apêndice nasal em todas as vogais nasais tônicas pode ser uma característica dessa qualidade (nasal), ou pode ter relação com a posição em que essas vogais se encontram: final de palavra, seguido de pausa.

c. As vogais nasais são sempre mais longas do que suas contrapartes orais, o que pode ser ocasionado pela presença do momento acústico de apêndice nasal, que acrescenta uma fase à vogal nasal.

d. Algumas vogais nasais possuem formantes orais em frequências mais altas em relação às posições “originais” desses formantes nas vogais orais, o que sugere um deslocamento causado pelos formantes nasais, inseridos pela cavidade nasal na produção de sons nasais.

Na sequência, iremos analisar as vogais pré-tônicas.

2.2. Vogais pré-tônicas

No Guarani-Mbyá, as vogais átonas são nasalizadas quando estão em contexto nasal, ou seja, quando há segmento nasal em sua adjacência, esses segmentos espalham sua nasalidade aos sons vizinhos, um processo fonológico que causa sobreposição do gesto de abaixamento vélico com outros gestos. Essa língua conta com dois gatilhos de nasalidade: vogais subjacentes nasais, que são sempre tônicas e em posição de coda final, e consoantes oclusivas pré-nasalizadas. Quando o espraçamento de nasalidade tem como gatilho uma vogal subjacente nasal, o espalhamento possui longo alcance, podendo nasalizar diversos segmentos em seu domínio se não encontrar bloqueadores; já, se o espraçamento tem como gatilho uma consoante oclusiva pré-nasalizada, o alcance é curto.

Dessa forma, quando a vogal pré-tônica está em sílaba anterior à sílaba com vogal nasal ou oclusiva pré-nasalizada, ela é nasalizada, e essa nasalidade não é contrastiva como no caso da nasalidade das vogais tônicas.

Em nossa amostra, foram observadas as seguintes fases nas vogais pré-tônicas nasalizadas:

- a) **Fase nasal + fase de apêndice nasal**: vogais pré-tônicas em contexto precedente a consoantes oclusivas desvozeadas e africadas¹².
- b) Uma **fase nasal**: vogais pré-tônicas em demais contextos nasais, os quais são: consoantes nasais, pré-nasalizadas, aproximante labiodental, lateral alveolar, tepe, oclusiva glotal e vogais.

Na sequência, há exemplos de vogais pré-tônicas nasalizadas com apêndice nasal (nas adjacências de consoantes oclusivas desvozeadas e africada) e sem apêndice (em demais contextos nasais), além de exemplos dessas vogais orais para comparação.

¹² Houve ainda uma produção de vogal nasalizada com apêndice nasal precedendo a aproximante [ʊ], na palavra [kã'ʊõ].

Figura 21 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ã] em [tãtã'pĩ]
'brasa' (falante LI)

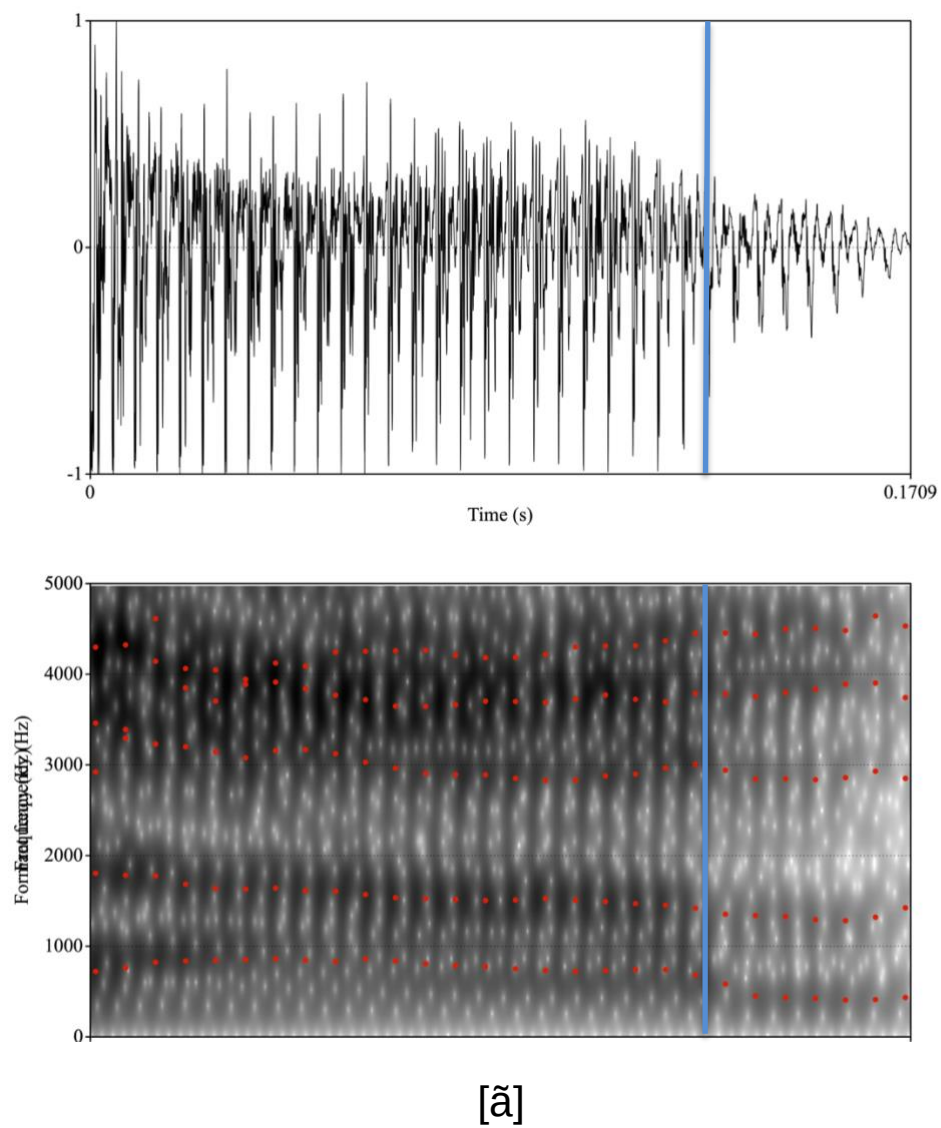
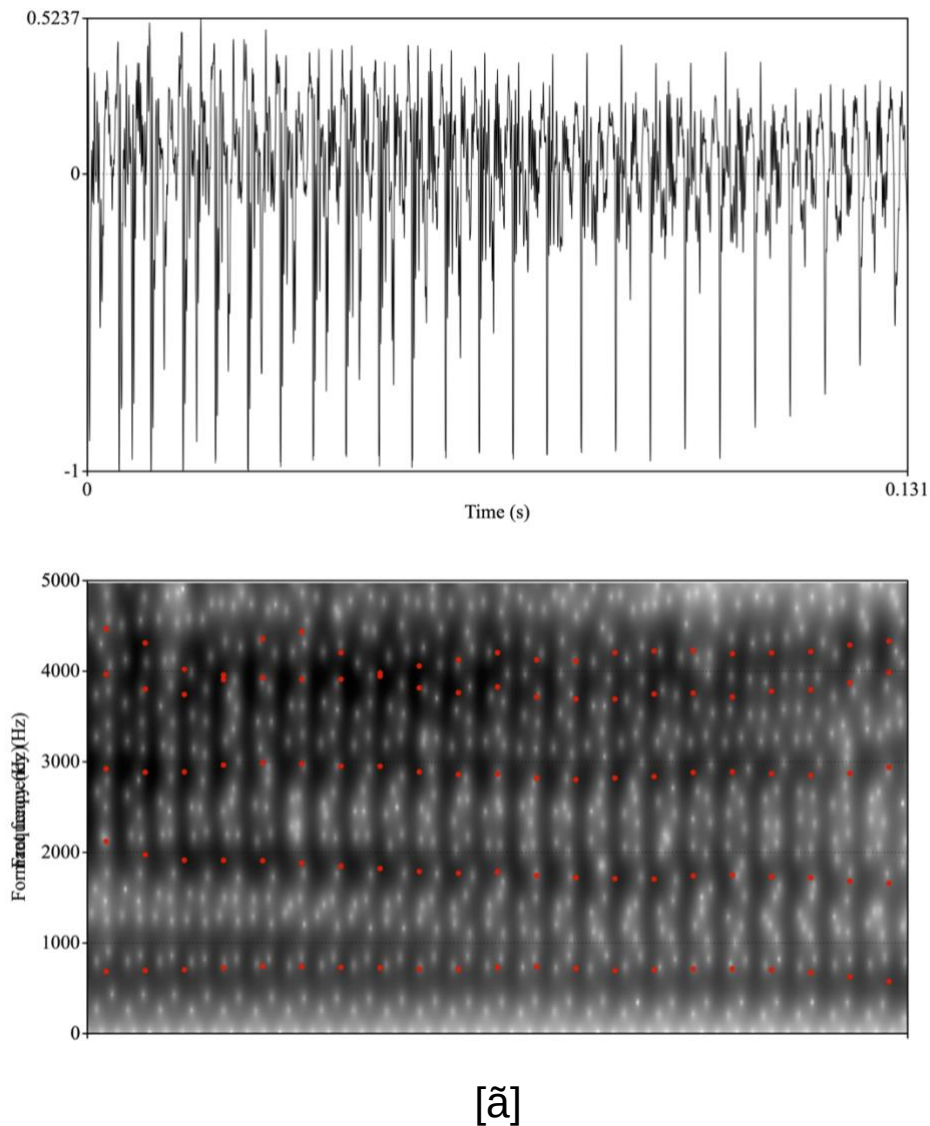


Figura 22 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ã] em [ɲã'ndi]
'banha' (falante LI)



Nas Figuras 21 e 22 acima, há exemplos de uma vogal pré-tônica [ã] nasalizada por um ditongo nasal na sílaba seguinte (Figura 21) e uma vogal pré-tônica [ã] nasalizada por uma consoante oclusiva pré-nasalizada à direita (Figura 22). A partir da imagem de espectrograma, podemos verificar a presença de duas fases na vogal [ã] que precede a oclusiva desvozeada (Figura 21): uma fase nasal e uma de apêndice nasal (fases separadas por um traçado azul), de modo semelhante à produção dessa vogal nasal em contexto tônico (como pode ser verificado na Figura 6). A fase nasal é verificada pela presença de formantes orais, e de um formante nasal próximo ao F1, há ainda aumento da largura de banda dos formantes, causado pela nasalização. Na

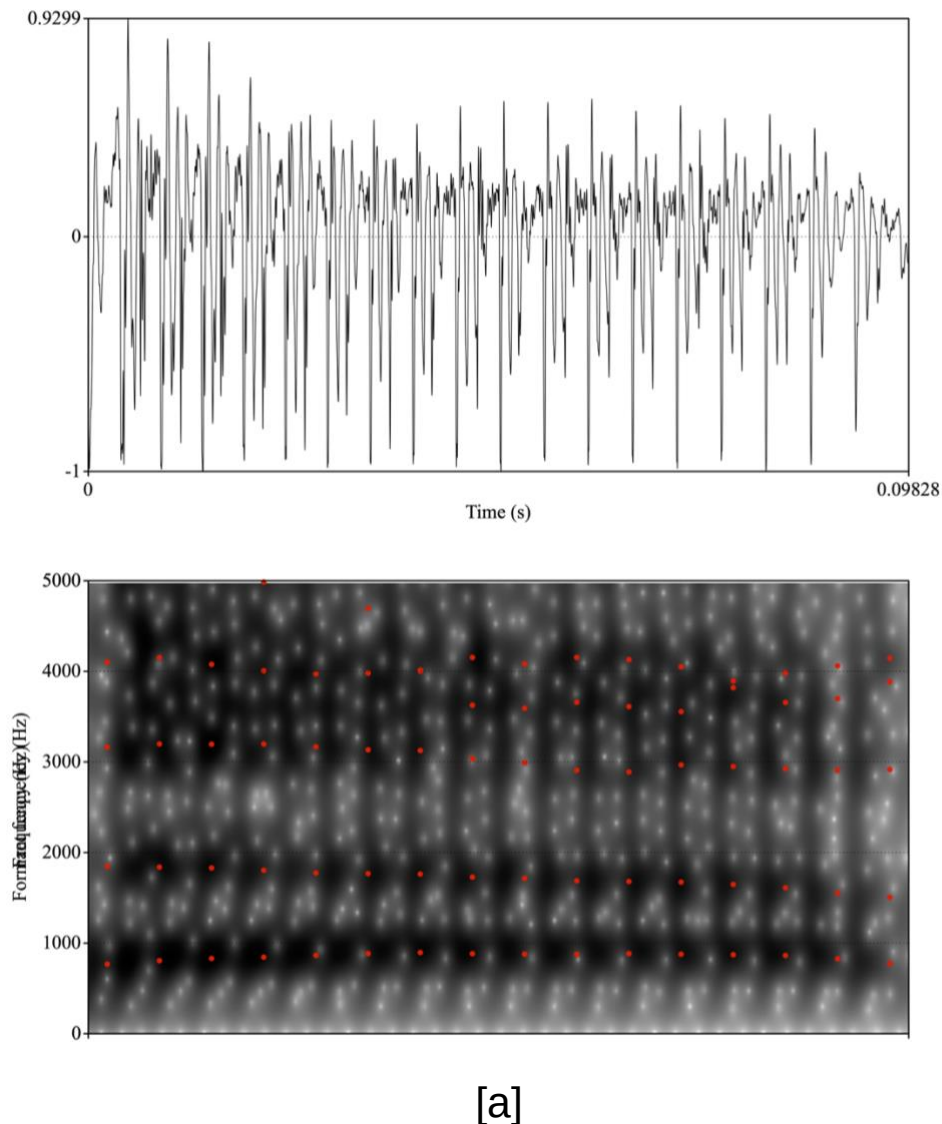
fase de apêndice nasal, os formantes são amortecidos, há um formante reforçado em baixa frequência e observa-se queda de amplitude no oscilograma nessa fase.

No entanto, as características formânticas de ambas as vogais nasalizadas são semelhantes, exceto no que tange à presença de diferentes fases. Ambas parecem possuir um formante nasal perto do primeiro formante, por volta de 1.000Hz, o que torna o F1 “duplicado” devido ao agrupamento de formantes, e ambas possuem formantes orais em torno dos mesmos valores, F1 em 900Hz, F2 pouco abaixo de 2.000Hz e F3 por volta de 3.000Hz. Outro aspecto interessante a se observar na produção nasal da Figura 21 é o fato da consoante oclusiva desvozeada [p] ser transparente no processo de espraçamento nasal nessa língua, permitindo que a nasalidade que tem fonte na vogal (vogal + semivogal, nesse caso) afete todos os segmentos anteriores a ela, que são ou alvos ou transparentes, o que já é descrito na literatura dessa língua.

Uma diferença relevante entre elas é o parâmetro de duração, sendo que a vogal que precede oclusiva e possui apêndice conta com 170ms, e a vogal que precede pré-nasalizada e não possui apêndice contém 131ms. O aumento na duração pode ser causado pelo acréscimo da segunda fase, como parece também ocorrer com as vogais nasais tônicas com apêndice descritas na Seção 2.1. deste Capítulo.

Abaixo, um exemplo de vogal [a] pré-tônica oral.

Figura 23 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [a] em [dʒeta'pa] 'tesoura' (falante LI).



Diferentemente das vogais nasalizadas expostas nas Figuras 21 e 22, a vogal oral [a] (Figura 23) só possui formantes orais e permanece com os formantes em posição estável até o final de sua produção. Não há a “duplicação” perceptível no primeiro formante das vogais nasalizadas, causada por formante nasal. Essa vogal está em contexto precedendo oclusiva, assim como a vogal nasalizada da Figura 21, no entanto, por não haver um gatilho de nasalidade nas adjacências, ela não apresenta fase nasal ou de apêndice nasal. A duração dessa vogal oral é mais breve que a de ambas as vogais nasalizadas, contando com 98ms.

Abaixo, exemplos com a vogal [ẽ] nasalizada com apenas uma fase e com duas fases e da vogal [ɛ] oral.

Figura 24 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ẽ] em [kwããpẽ'pẽ]
'abóbora' (falante LI)

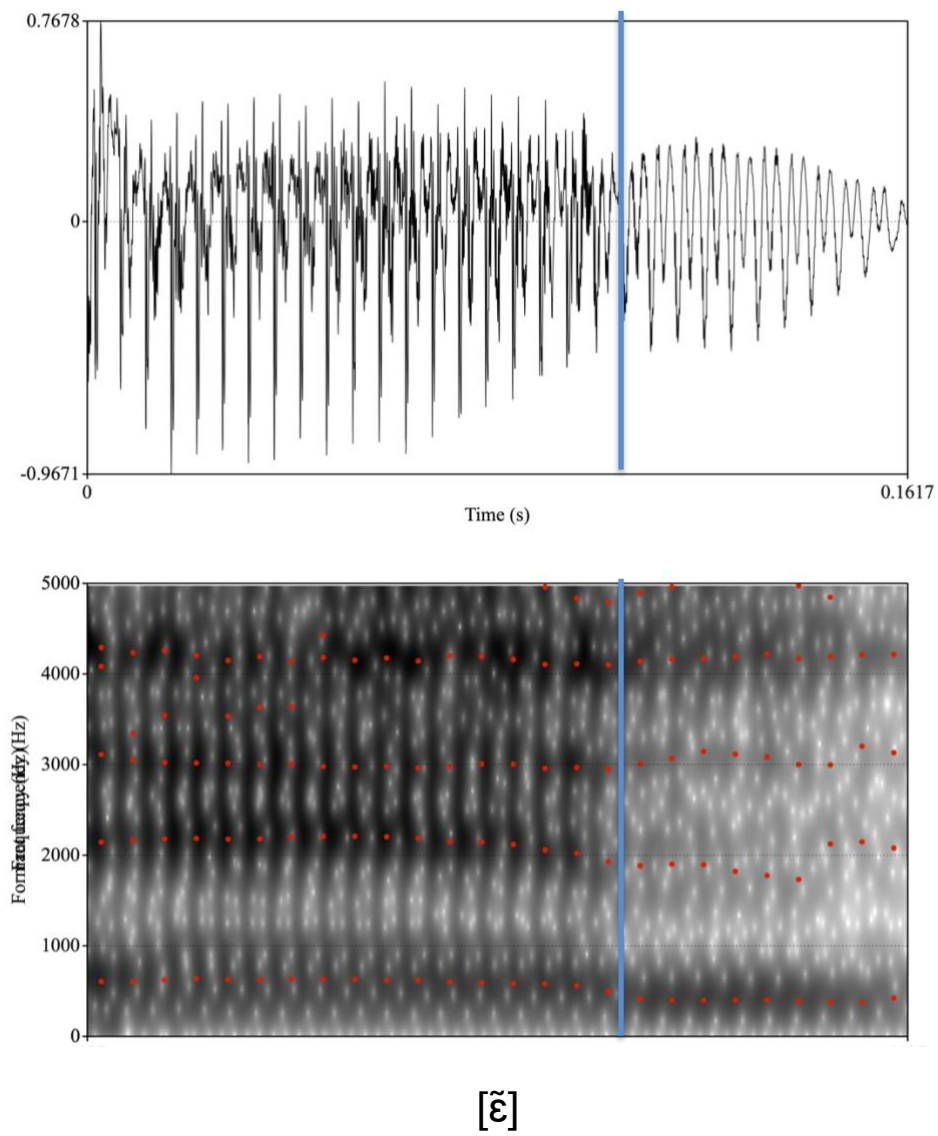
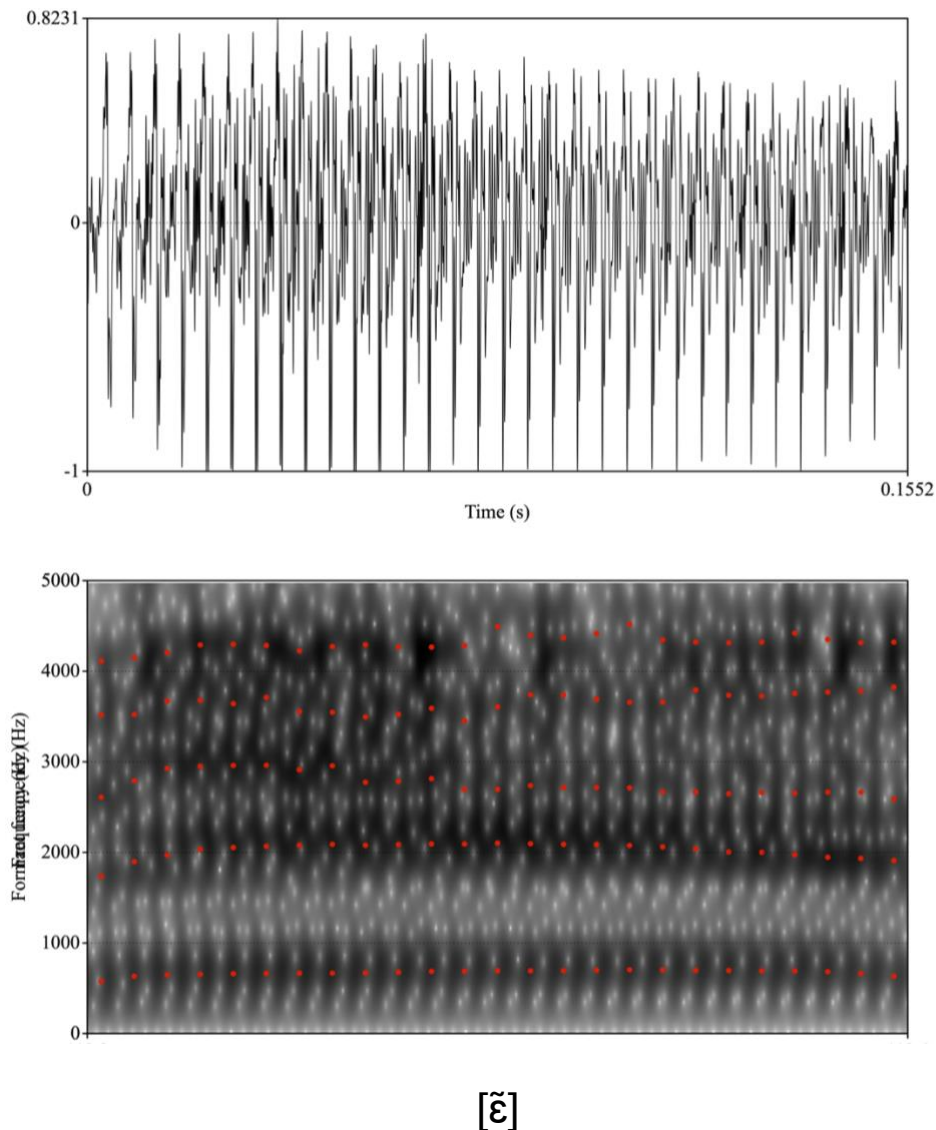


Figura 25 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ẽ] em [mẽ'ĩõ]
'melão' (falante IV)



A Figura 24 apresenta uma produção da vogal [ẽ] nasalizada por vogal nasal em sílaba seguinte, e em posição precedente à consoante oclusiva desvozeada, contexto que motiva o aparecimento da fase de apêndice nasal na vogal nasalizada. A Figura 25 apresenta uma produção dessa vogal nasalizada também por vogal nasal na sílaba seguinte, mas em um contexto que não motiva o aparecimento da segunda fase, antes de segmento tepe. A presença da fase de apêndice nasal (região ao lado direito do traço azul) em [ẽ], na Figura 24, é explícita e marcada pelas mesmas características das vogais tônicas (Figura 9), como falta de formantes orais, reforço de um formante de baixa frequência e queda na amplitude da vogal, o que não ocorre na vogal nasalizada em outro contexto (Figura 25). Ademais, as características das

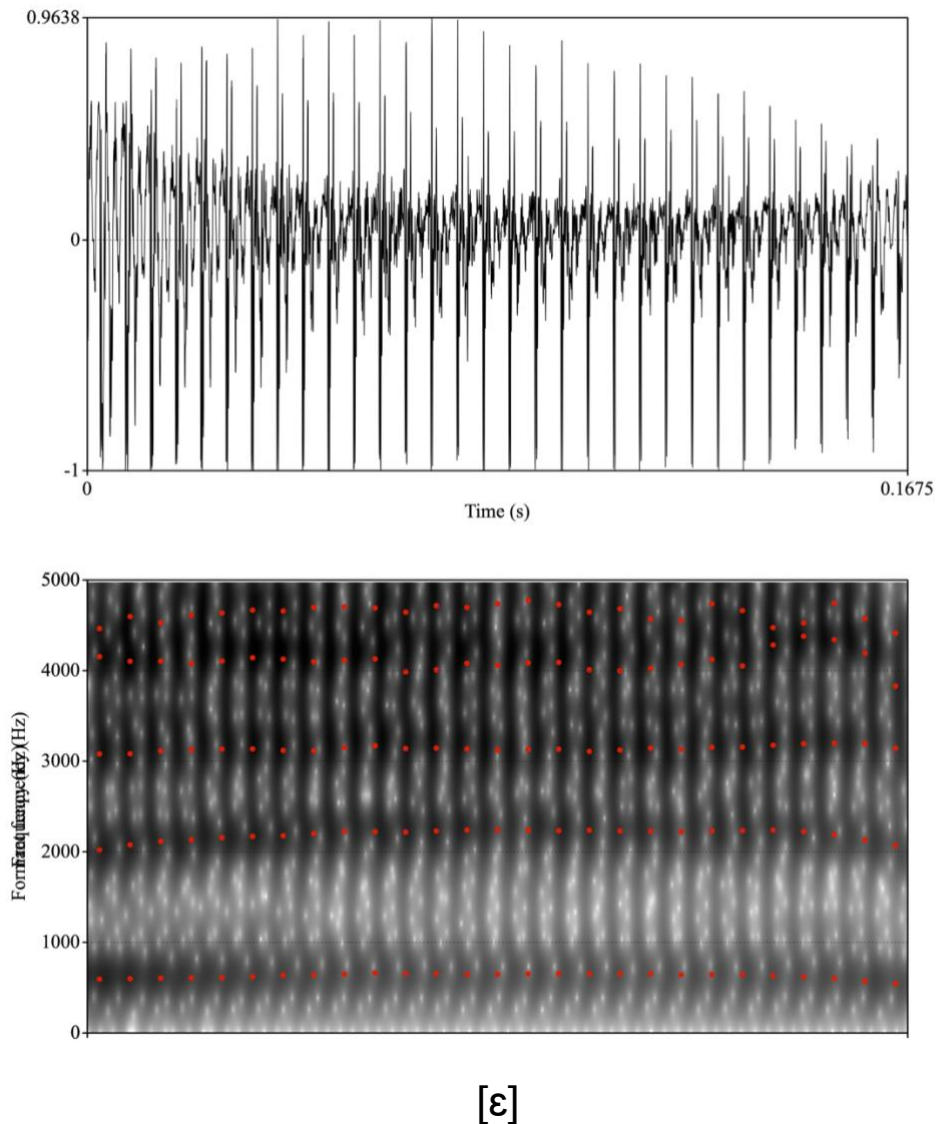
duas vogais nasalizadas são similares em suas fases nasais, com F1 em torno de 600Hz, F2 em torno de 2.000Hz e F3 por volta de 3.000Hz. Há um formante nasal em torno de 1.000Hz visível no espectrograma da Figura 27 e agrupado com o F1 da vogal na Figura 28.

A vogal nasalizada [ẽ], exemplificada na Figura 24, também demonstra novamente como oclusivas desvozeadas são transparentes ao processo de nasalização, pois a vogal tônica atua como fonte de nasalidade e a espraia aos segmentos precedentes, nasalizando a vogal pré-tônica do exemplo, já que a oclusiva que as separa é transparente ao processo. No exemplo da Figura 25, a fonte de nasalidade também é a vogal tônica, que tem como alvo a vogal pré-tônica e também o segmento tepe que as separa. Acerca de segmentos alvos e transparentes no processo de nasalização do Guarani, há diversas discussões na literatura (Dooley, 1984; Gregorez e Suárez, 1967; Ivo, 2018; Kaiser, 2008; Miranda, 2018; entre outros) que ratificam as amostras explicitadas aqui.

A duração entre esses segmentos pouco difere, mas ainda a vogal nasalizada com duas fases é mais longa, com 161ms, contra 155ms da vogal nasalizada com apenas uma fase.

Abaixo há um exemplo de vogal [ɛ] em contexto oral.

Figura 26 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ɛ] em [mbɛ'ru]
'mosca' (falante LI)



A vogal oral [ɛ], na Figura acima, possui características formânticas semelhantes às vogais nasalizadas, no entanto, não possui o formante nasal perto de F1 e possui maior amplitude que as nasalizadas. O F1 dessa vogal está em torno de 600Hz, o F2 está pouco acima de 2.000Hz e o F3, por volta de 3.000Hz, contemplando os mesmos valores das vogais nasalizadas expostas nas Figuras 24 e 25. Essa vogal oral possui duração mais longa que ambas as nasalizadas apresentadas acima, contando com 167ms, sendo este um dado interessante e inesperado, considerando que as vogais nasalizadas costumam apresentar maior duração que as orais em outras línguas, como o Shipibo-Conibo e o Português (Elías-Ulloa, 2010; Seara, 2000), e também nos demais exemplos do Guaraní-Mbyá já discutidos.

Na sequência, amostras das vogais pré-tônicas [ɪ] e [i].

Figura 27 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ɪ] em [ɪ'tʃã] 'corda' (falante LI)

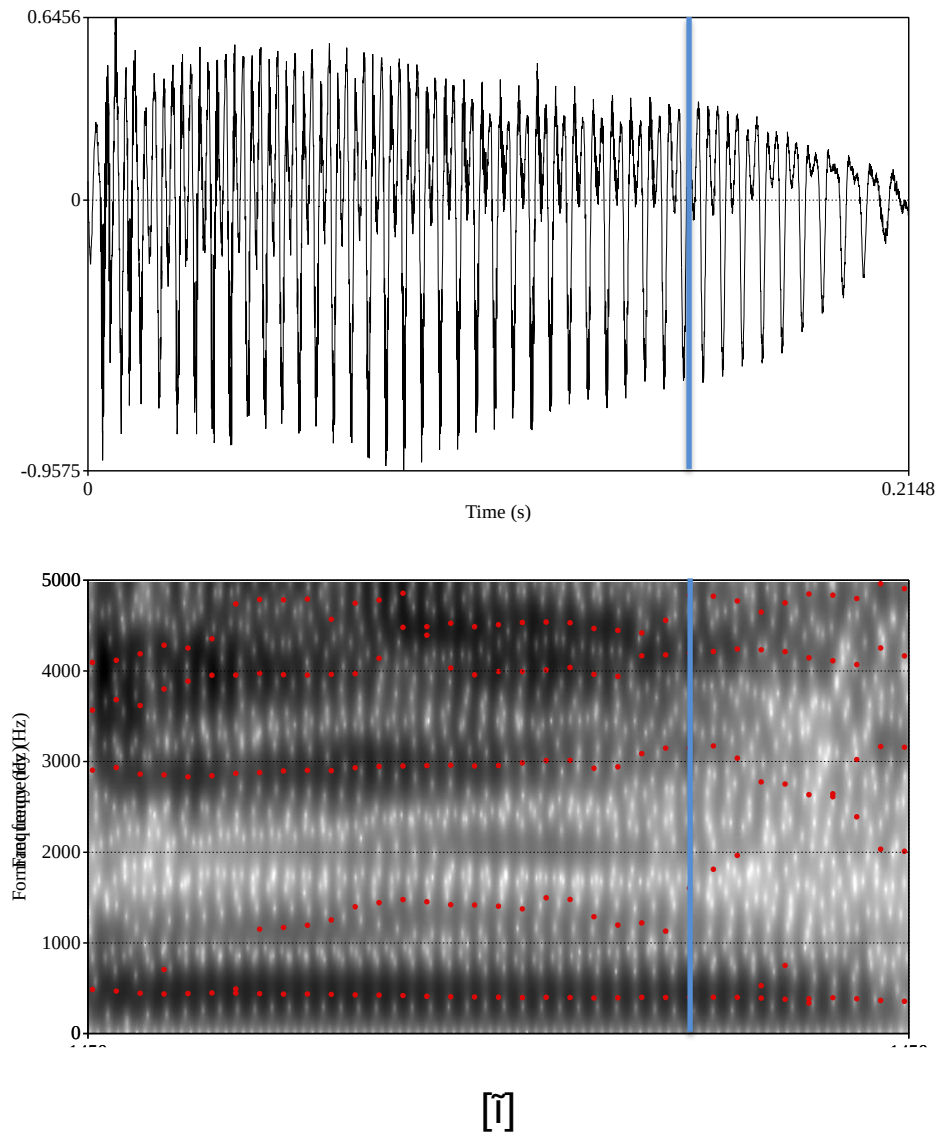
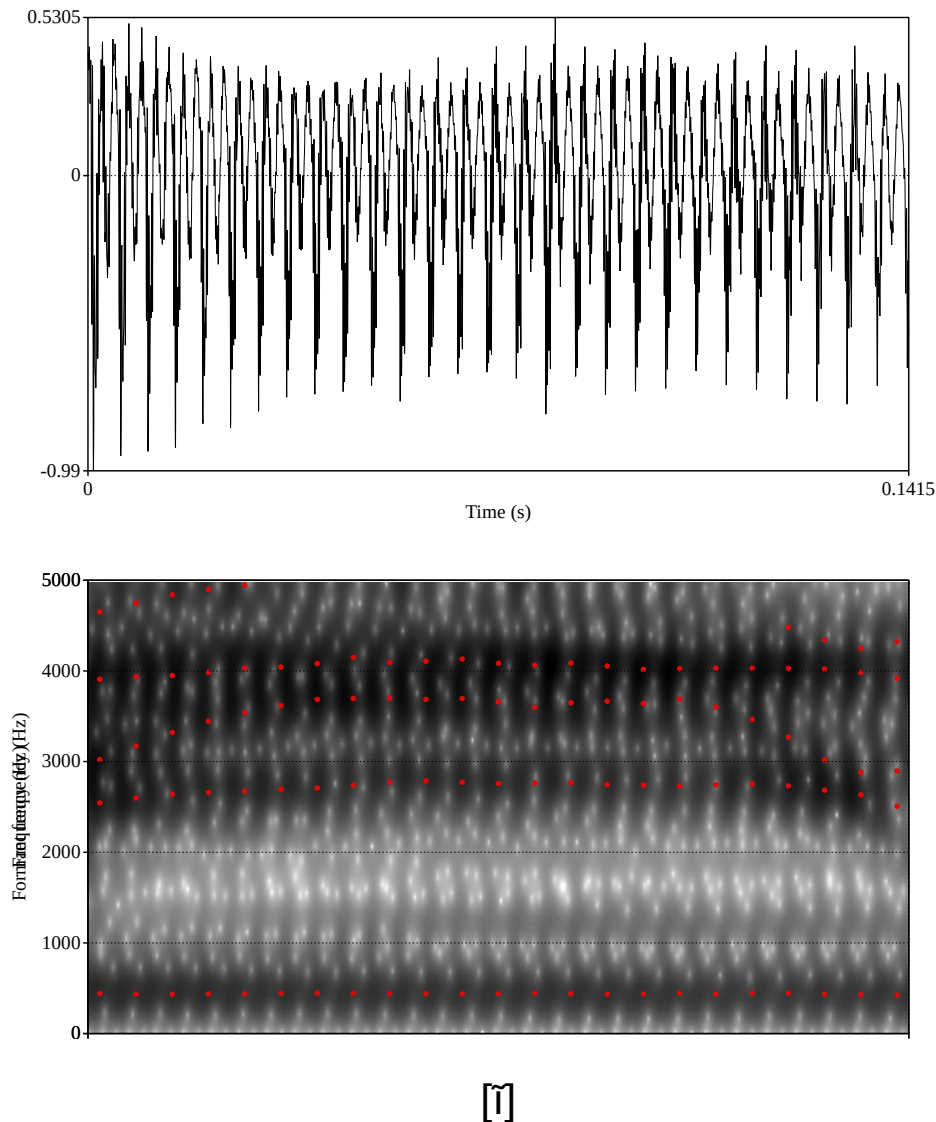


Figura 28 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ĩ] em [mĩ'mbi] ‘flauta’ (falante LI)



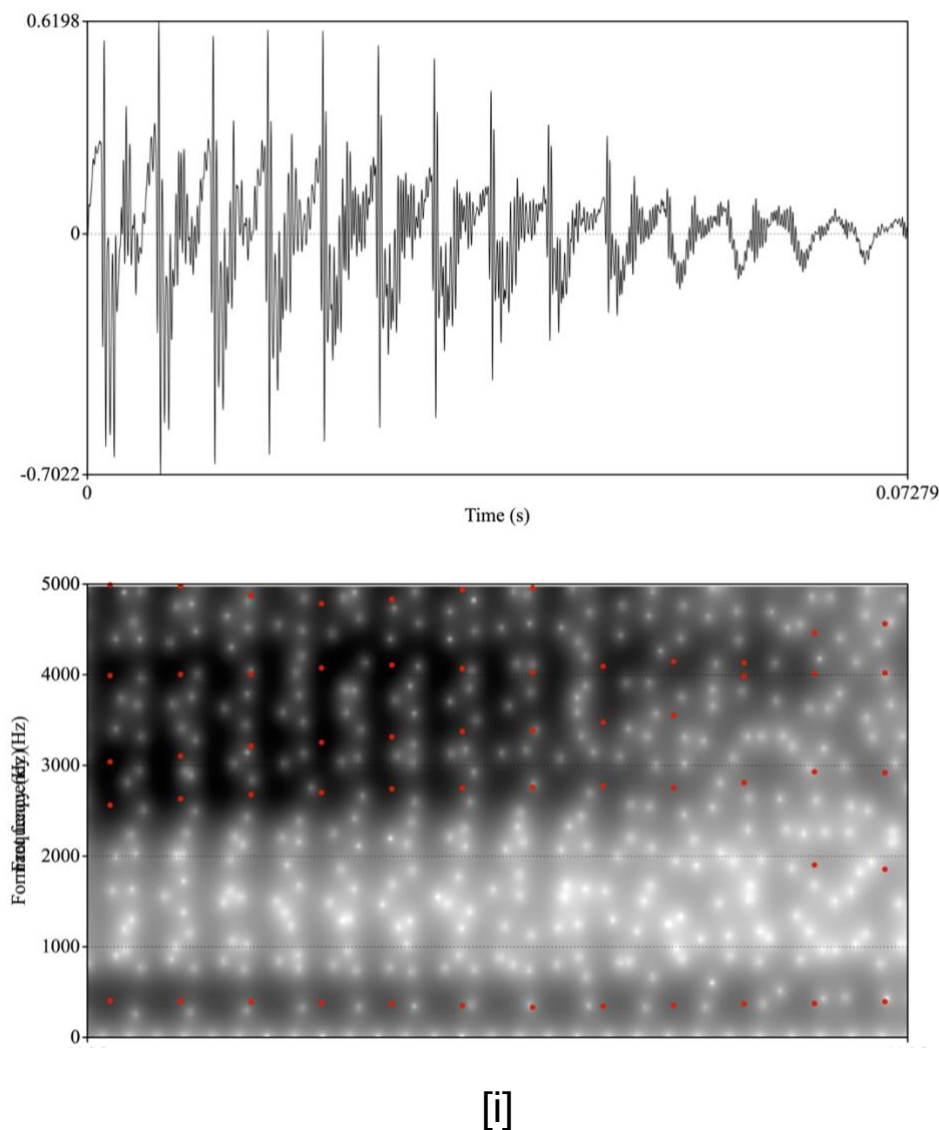
A Figura 27 apresenta uma produção da vogal [ĩ] nasalizada por vogal tônica nasal em sílaba seguinte e em contexto anterior à africada. Esse contexto motiva o aparecimento da fase de apêndice nasal na vogal nasalizada, o que pode ser visualizado no espectrograma, à direita da faixa azul, em que os formantes orais são esmaecidos e há um formante reforçado em baixa frequência. No oscilograma, essa fase é perceptível pela queda de amplitude. Nessa produção, a nasalidade engatilhada pela vogal tônica subjacente nasal atravessa o segmento africado (transparente) e nasaliza a vogal pré-tônica (alvo). Já a vogal [ĩ] na Figura 28 é nasalizada pela consoante oclusiva pré-nasalizada à direita. Nesse contexto, a vogal nasalizada apresenta apenas uma fase: fase nasal.

Ambas as vogais nasalizadas das Figuras acima apresentam uma configuração de frequências de ressonâncias semelhantes, com F1 em torno de 400Hz, F2 pouco abaixo de 3.000Hz e F3 quase em 4.000Hz, há também um formante nasal visível na frequência de 1.100Hz. No espectrograma da Figura 30, esse formante nasal é equivocadamente demarcado como um formante oral pelo *software*, visualiza-se na imagem do espectrograma.

A duração dos segmentos varia, sendo a vogal com duas fases mais longa, com 214ms, e a vogal com apenas uma fase mais breve, com 141ms.

Na sequência, há uma comparação com a vogal oral [i] pré-tônica.

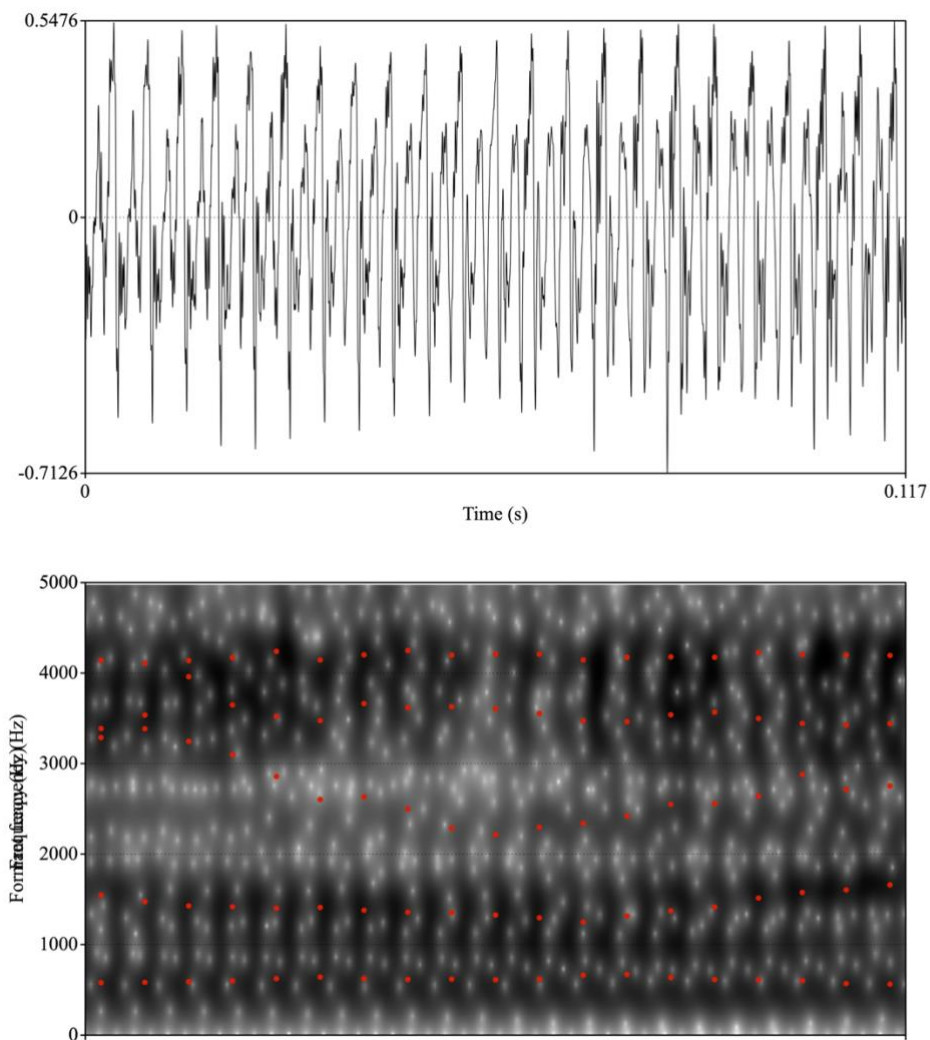
Figura 29 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [i] em [tʃɔ'ʔɔ mbi'tʃi] 'carne assada' (falante LI)



A vogal pré-tônica oral [i], na Figura acima, está entre oclusiva pré-nasalizada e africada. Possui F1 em torno de 400Hz, F2 por volta de 2.500Hz e F3 em torno de 3.200Hz, não possui formantes nasais por se tratar de uma vogal átona em contexto oral. Sua duração é mais breve que a das nasalizadas, contando com 72ms.

Na sequência, são expostas amostras das vogais pré-tônicas [õ] e [ɔ].

Figura 30 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [õ] em [mãĩnõ'ĩ]
'beija-flor' (falante IV)



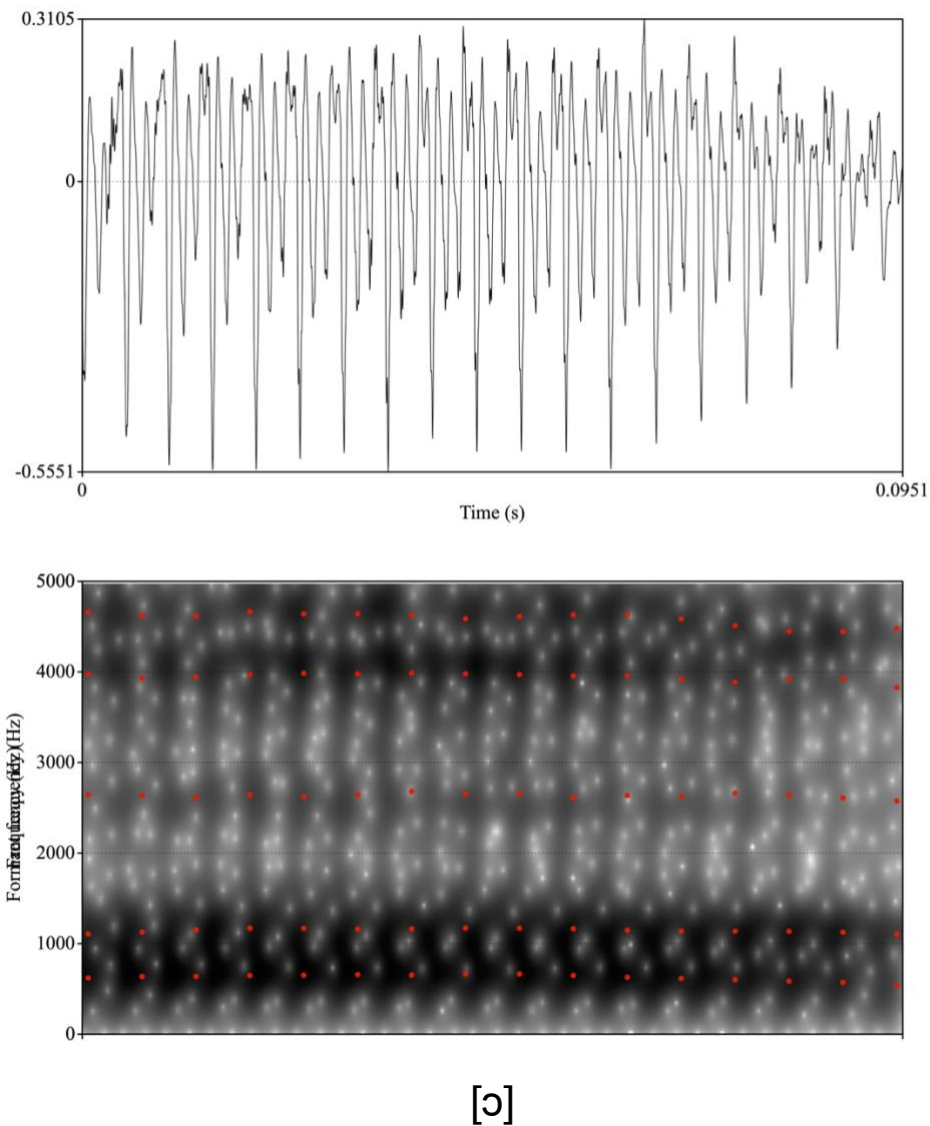
[õ]

Em nosso *corpus* não havia nenhuma palavra com a vogal nasalizada [õ] pré-tônica em contextos que motivam a emergência de duas fases, como oclusivas e africadas, por isso, há apenas exemplo desse segmento nasalizado somente com uma fase nasal. Na Figura 30, a vogal [õ] é nasalizada pela vogal tônica nasal na

sílaba seguinte, em contexto direito imediato. Essa vogal apresenta F1 em frequência de +- 500Hz e um formante nasal por volta de 1.000Hz que “empurra” o F2 para uma frequência um pouco mais alta que sua frequência na vogal oral (Figura 31 abaixo), em torno de 1.400Hz. O F3 está por volta de 2.700Hz, mas essas frequências mais altas são enfraquecidas por conta da nasalidade.

Essa vogal conta com 117ms de duração.

Figura 31 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ɔ] em [mbɔ'ka] espingarda (falante IV).

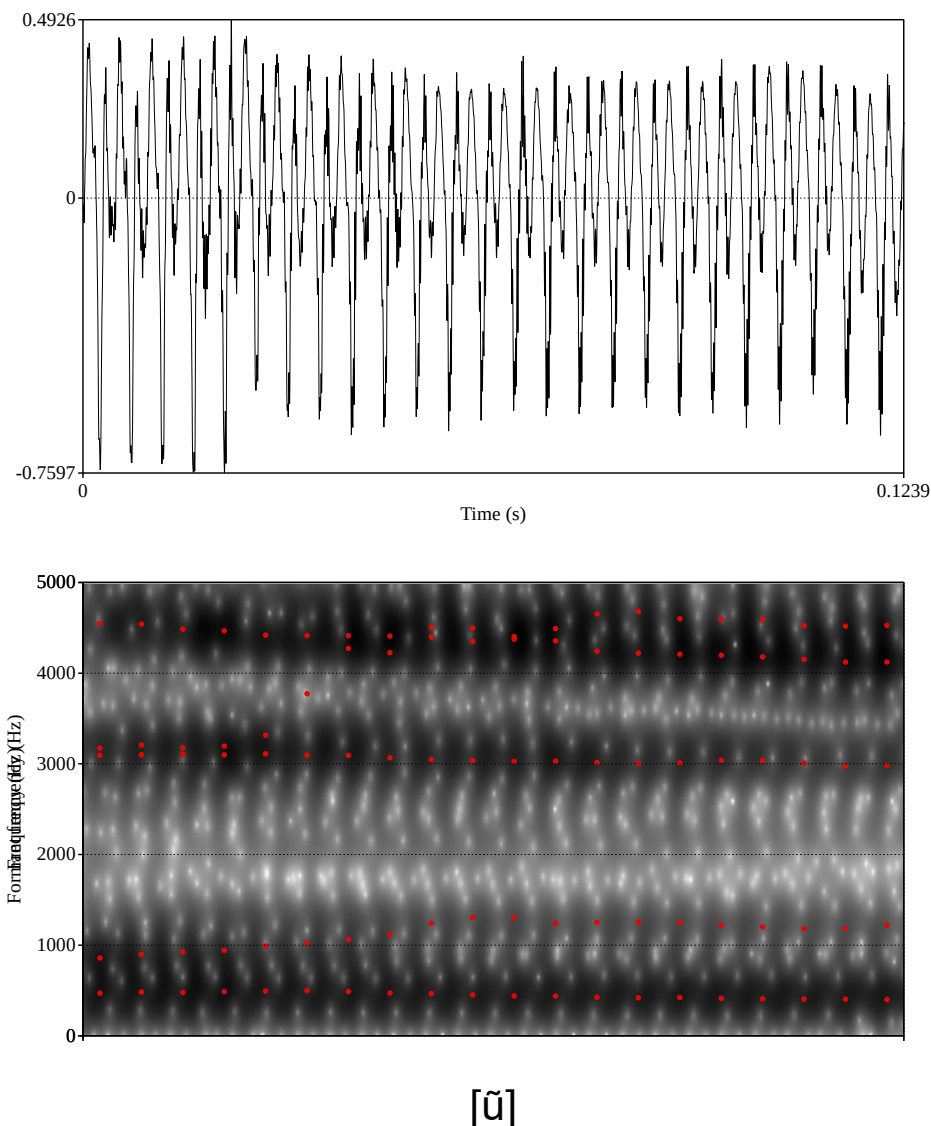


A vogal pré-tônica oral [ɔ], da Figura 31, está em contexto entre oclusiva pré-nasalizada e oclusiva desvozeada. Ela possui F1 por volta de 600Hz, F2 em torno de

1.100Hz, mais baixo que a da vogal nasalizada, e F3 em torno de 2.700Hz. A duração desse segmento é mais breve que a do segmento nasalizado, com 95ms.

Abaixo, exemplos com a vogal alta pré-nasalizada [ũ] e [u].

Figura 32 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ũ] em [kũ'ɲã]
'mulher' (falante LI)

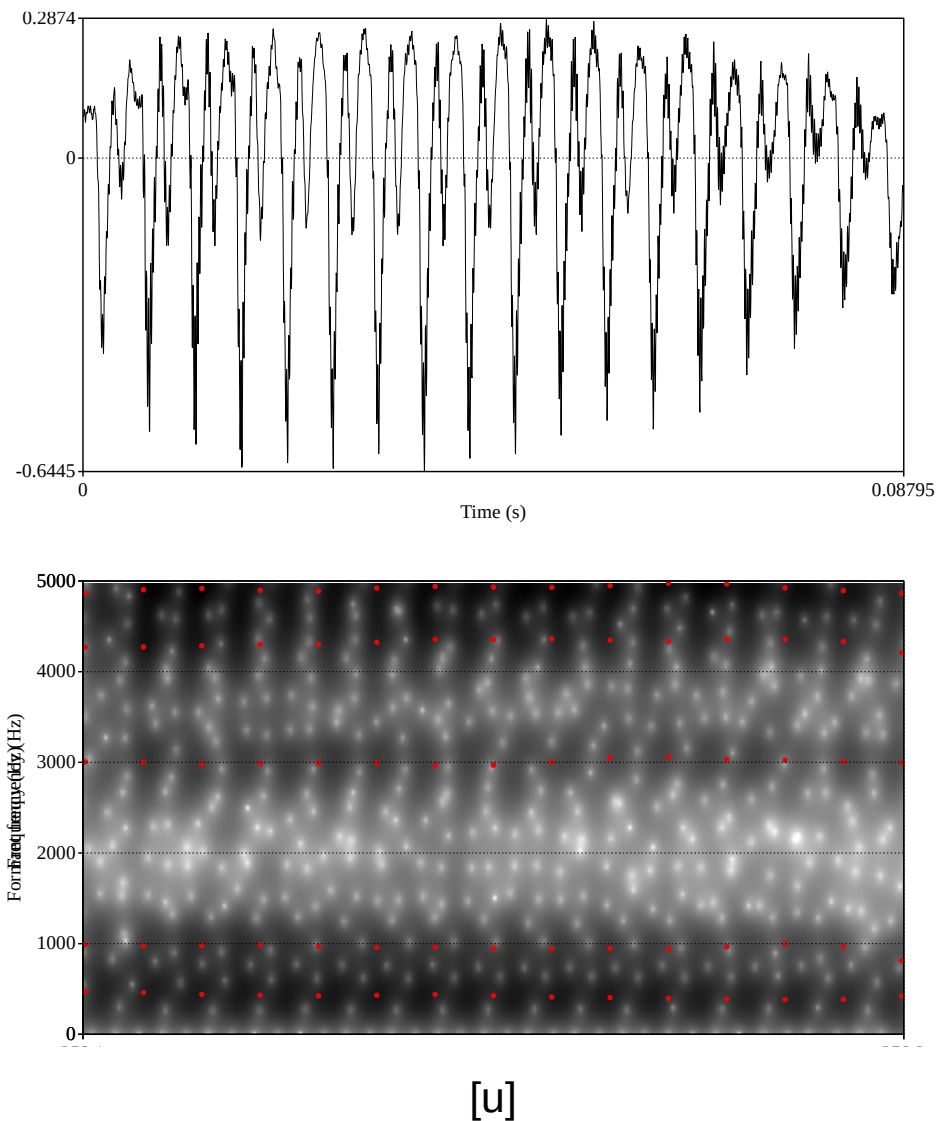


A vogal pré-tônica [ũ], exposta na Figura 32, é alvo da nasalização espalhada pela vogal tônica nasal na sílaba seguinte e, por não estar precedendo oclusiva ou africada, possui apenas fase nasal. Em nosso *corpus* não havia palavras com essa vogal pré-tônica nasalizada em contextos em que emergem duas fases, para comparação. A partir do espectrograma da vogal da Figura 32, percebe-se F1 por

volta de 400Hz, F2 em torno de 1.100Hz e F3 em 3.000Hz, há um formante nasal aparente em 2.000Hz nessa vogal.

A duração desse segmento nasalizado é de 123ms.

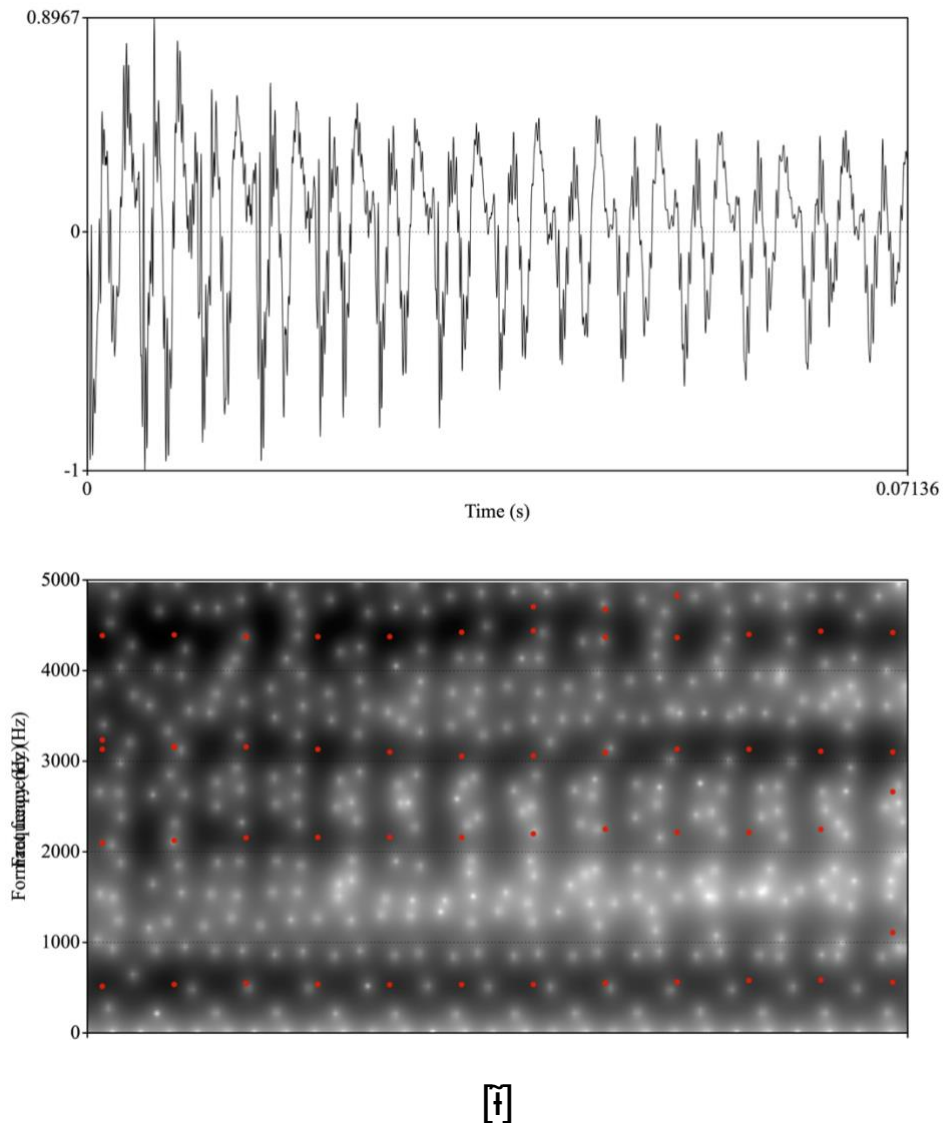
Figura 33 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [u] em [ãŋgu'dʒa] 'rato' (falante LI)



A vogal pré-tônica [u] oral possui F1 em 400Hz, F2 em 1.000Hz e F3 em 3.000Hz, esses valores são depreendidos a partir do espectrograma dessa vogal, na Figura 33. Ela difere da vogal nasalizada (Figura 32) na ausência do formante nasal visível em [ũ] e na duração mais breve, com 87ms.

Na sequência há exemplos da pré-tônica alta centralizada nasalizada [ĩ] e oral [i].

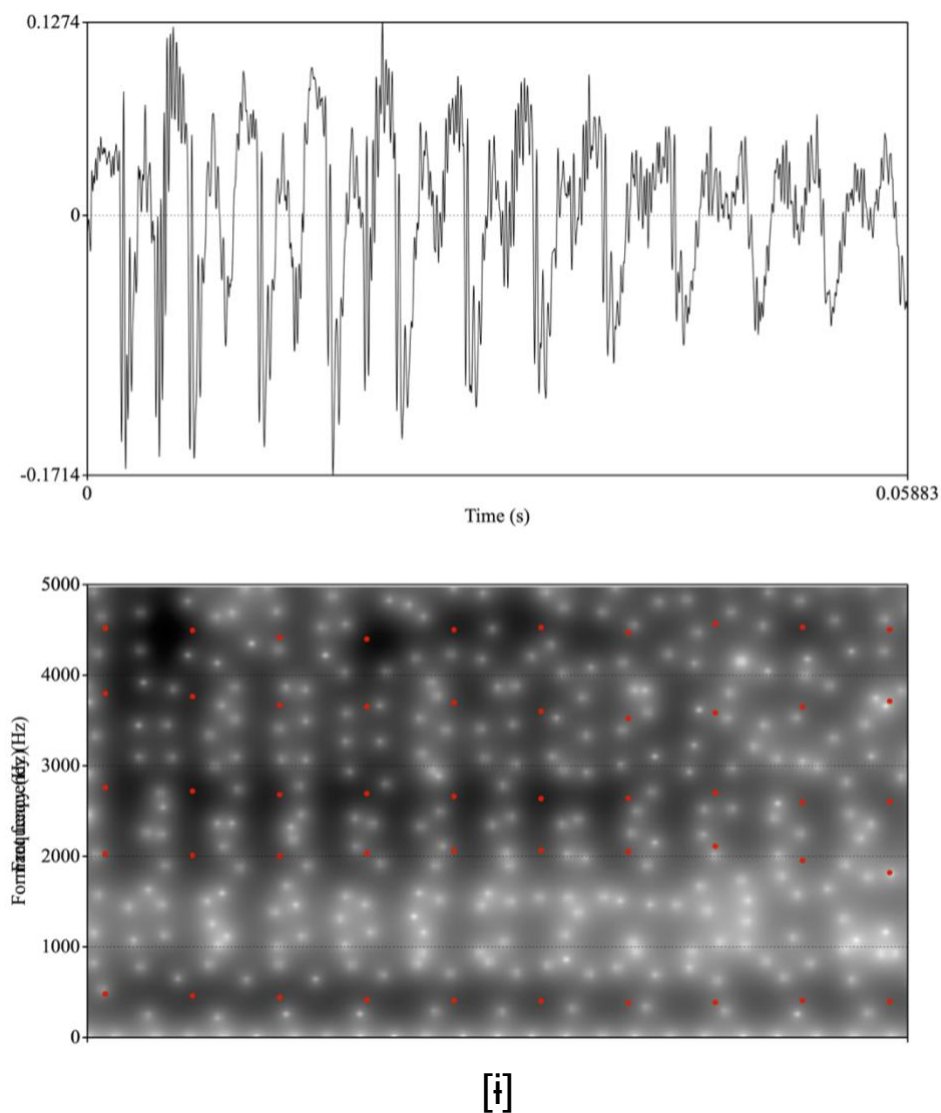
Figura 34 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [ĩ] em [hẽĩ' mã]
'perna dele/a' (falante LI)



A Figura 34 é um exemplo da vogal alta central nasalizada por vogal nasal tônica em sílaba seguinte, com apenas uma fase nasal. Em nosso *corpus* não havia palavras com vogais pré-tônicas nasalizadas [ĩ] em contextos que motivam a presença de duas fases. Essa vogal pré-tônica possui F1 em torno de 500Hz, F2 por volta de 2.050Hz e F3 em 3.000Hz. Perto do final da vogal percebe-se um formante nasal em torno de 1.200Hz. Sua duração é de 71ms.

Pela teoria de espraio de nasalidade nessa língua, a consoante nasal plena, como a que ocorre à esquerda da vogal tônica nasal na Figura acima, emerge motivada pela nasalidade da vogal tônica, o que permite o espraio de nasalidade aos demais segmentos à esquerda, quando não há bloqueador, como no caso exemplificado.

Figura 35 – Forma de onda e espectrograma da vogal pré-tônica [i] em [ki'tʃɛ] 'faca' (falante IV)



Observa-se, na produção de [i] pré-tônica oral (Figura 33), que o primeiro, segundo e terceiros formantes possuem frequências levemente mais baixas que os da vogal nasalizada [ĩ] (Figura 34), sendo o F1 em 400Hz, F2 em 2.000Hz e F3 em

2.900Hz. Não há presença de formantes nasais. A duração desse segmento é de 58ms, sendo mais breve que a vogal nasalizada.

Conclusões

a. A partir de nossas análises iniciais, verificamos que as vogais pré-tônicas nasalizadas do Guarani-Mbyá podem possuir uma ou duas fases, sendo as vogais nasalizadas que precedem consoantes oclusivas ou africadas caracterizadas pela presença de fase nasal e de fase de apêndice nasal, e as vogais nasalizadas em demais contextos caracterizadas pela presença de apenas fase nasal. No PB, Cagliari (1977) descreve que vogais nasais possuem uma fase de apêndice nasal quando seguidas por oclusiva, semelhante ao observado no Guarani-Mbyá nas vogais pré-tônicas. A presença dessa fase de apêndice nasal em segmentos que precedem consoantes oclusivas (considera-se que as africadas possuem um contorno inicial oclusivo) se dá pois “o alvo articulatório da consoante oclusiva seguinte, que é a constrição no trato oral, é atingido antes do levantamento completo do véu” (Barbosa e Madureira, 2015, p. 449). Essa explicação advém de dados do PB, mas parecem também compreender o fato no Guarani-Mbyá.

b. Com exceção da presença ou ausência de fase de apêndice nasal, as amostras descritas demonstram que vogais nasalizadas possuem semelhantes características espectrais, independente do contexto em que estão ou do segmento que as nasalizam.

c. Alguns exemplos descritos nesta seção expõem ocorrências de vogais pré-tônicas nasalizadas por meio do processo de espraçamento de nasalidade a partir de vogais subjacentes nasais tônicas, e a presença de segmentos consonantais transparentes (como oclusivas desvozeadas, nas Figuras 21 e 24, e africada, na Figura 27), bem como de consoantes alvo (como as consoantes oclusivas pré-nasalizadas, nas Figuras 32 e 34, que emergem como nasais plenas nesse contexto, e o tepe, na Figura 25) desse processo fonológico. Essas ocorrências já são descritas na literatura (Gregores e Suárez, 1967, Kaiser, 2008, Ivo, 2018, entre outros), contudo, não com pesquisas instrumentais.

3. Duração das vogais tônicas

3.1. Duração total das vogais nasais e das vogais orais

O fator de duração é um parâmetro robusto para a caracterização da nasalidade dos segmentos vocálicos. A duração tem um papel até mais relevante do que a quantidade de fluxo de ar nasal na percepção de vogais nasais, cita Costa (2007). Línguas com vogais nasais, como o PB, o Francês, o Shipibo-Conibo e outras, costumam apresentar duração mais longa nas vogais nasais em comparação às suas contrapartes orais. Por isso, esse foi o primeiro parâmetro avaliado neste trabalho.

A partir da inspeção visual (Seção 2.1 deste Capítulo), já foi possível constatar que as vogais nasais possivelmente apresentariam duração acústica mais longa em comparação às orais, aspecto que era uma de nossas hipóteses e foi avaliado por meio das medidas de duração acústica em milissegundos e de testes estatísticos (teste t e teste de Wilcoxon).

A seguir, serão expostas as tabelas de média de duração total das vogais orais e nasais das três falantes, individualmente, bem como o valor de p da diferença entre a duração acústica total de vogais orais e nasais tônicas (contando com fase nasal e fase de apêndice nasal). Os valores que demonstram diferença significativa ($p < 0,05$) estão em vermelho. Importa, ainda, comentar que não foi possível realizar os testes estatísticos para a vogal nasal [ɨ] e oral [i] devido ao baixo número de dados.

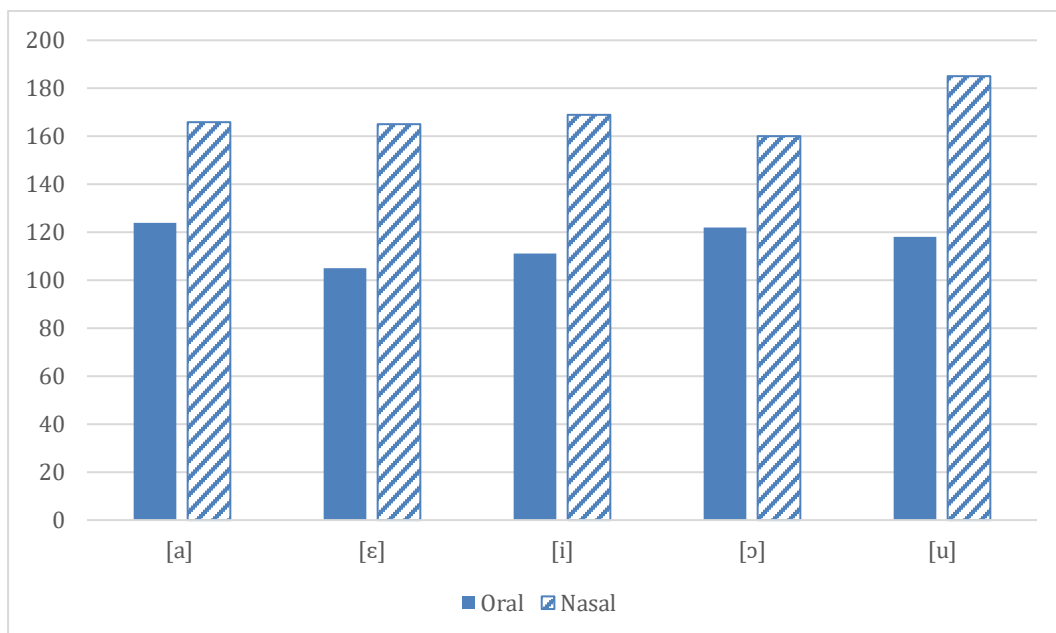
Tabela 2 – Média de duração total (em milissegundos) das vogais orais e nasais tônicas, desvio padrão entre parênteses e valor de p da diferença entre as vogais (falante IV)

Vogal	Oral	Nasal	Valor de p
[a]	124 (28)	166 (25)	1.926e-07
[ɛ]	105 (25)	165 (5)	1.011e-05
[i]	111 (25)	169 (37)	0.001436
[ɔ]	122 (34)	160 (22)	0.0207
[u]	118 (27)	185 (38)	0.0007115
Média	116	169	

A amostra disposta na Tabela 2 revela que a duração total das vogais orais da falante IV varia entre 105 e 124ms, sendo [ɛ] a vogal oral mais breve e [a] a mais longa. Acerca das vogais nasais, houve variação de 160ms a 185ms, sendo [õ] a vogal nasal mais breve e [ũ] a mais longa. Percebe-se que não houve correlação entre as vogais nasais e orais mais breves e mais longas. Ademais, ocorreu um acréscimo de 38 a 67ms na duração acústica das vogais nasais da amostra dessa falante em comparação às orais, sendo [õ] a vogal nasal com menos acréscimo (e a mais breve da amostra) e [ũ] a com mais acréscimo (e mais longa da amostra). As vogais orais apresentaram, em média, 116ms de duração e as nasais, 166ms.

Assim, os dados demonstram que todas as vogais nasais são mais longas que suas contrapartes orais e os dados estatísticos afirmam que essas diferenças são significativas, pois o valor p para todas as comparações foi $<0,05$, com exceção da vogal alta central [i], a qual não obtivemos dados.

Figura 36 – Duração total (ms) média das vogais orais e nasais tônicas (falante IV)



O gráfico de barras (Figura 36) da amostra da falante IV demonstra mais claramente a duração dos segmentos e a diferença entre a duração das vogais orais e nasais tônicas, reiterando que as vogais nasais são sempre mais longas que as orais.

Na sequência, os dados da falante LI.

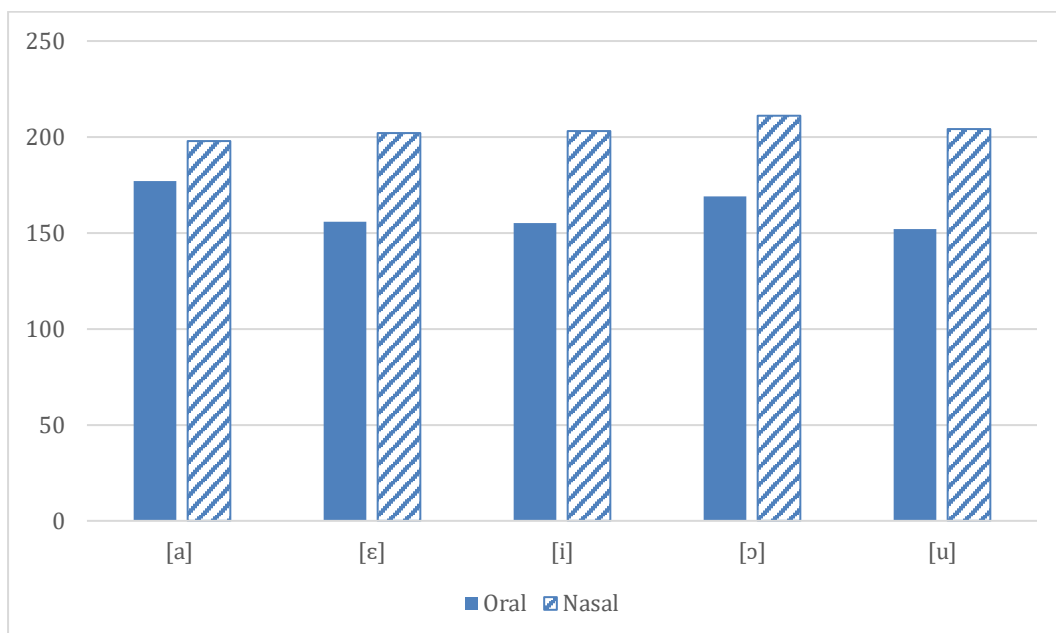
Tabela 3 – Média de duração total (em milissegundos) das vogais orais e nasais tônicas, desvio padrão entre parênteses e valor de p da diferença entre as vogais (falante LI)

Vogal	Oral	Nasal	Valor de p
[a]	177 (64)	198 (31)	7.833e-05
[ɛ]	156 (28)	202 (19)	0.009906
[i]	155 (27)	203 (12)	4.943e-07
[ɔ]	169 (28)	211 (20)	0.003468
[u]	152 (23)	204 (35)	0.01447
Média	161	203	

A duração total das vogais orais da falante LI (Tabela 3) variou de 152 a 177ms, sendo [u] a vogal mais breve e [a] a mais longa. Em relação às nasais, elas variaram de 198ms a 211ms, sendo [ã] a mais breve e [õ] a mais longa. As vogais nasais dessa falante tiveram acréscimo de 21 ([ã]) a 52ms ([ũ]) na duração em relação às orais. Ademais, essa falante apresentou média de duração de 161ms nas vogais orais e 203ms nas vogais nasais. Essa falante apresenta vogais mais longas, tanto orais, quanto nasais, do que as da falante IV.

Todas as vogais nasais foram mais longas que as orais, e a estatística ratificou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre a duração total de todas as vogais orais e suas contrapartes nasais, como já era esperado, com exceção da vogal alta central [i], a qual não obtivemos dados estatísticos.

O gráfico de barras, disponível abaixo, com a duração total das vogais orais e nasais demonstra visualmente a diferença de duração entre as vogais orais e nasais, reafirmando os dados descritos acima.

Figura 37 – Duração total (ms) média das vogais orais e nasais tônicas (falante LI)

Na sequência, são apresentados os dados da falante JA.

Tabela 4 – Média de duração total (em milissegundos) das vogais orais e nasais tônicas, desvio padrão entre parênteses e valor de p da diferença entre as vogais (falante JA)

Vogal	Oral	Nasal	Valor de p
[a]	142 (25)	188 (24)	1.494e-06
[ɛ]	106 (12)	170 (17)	0.001374
[i]	113 (28)	192 (43)	0.005439
[ɔ]	154 (24)	190 (29)	0.04914
[u]	121 (24)	193 (38)	0.02896
Média	127	186	

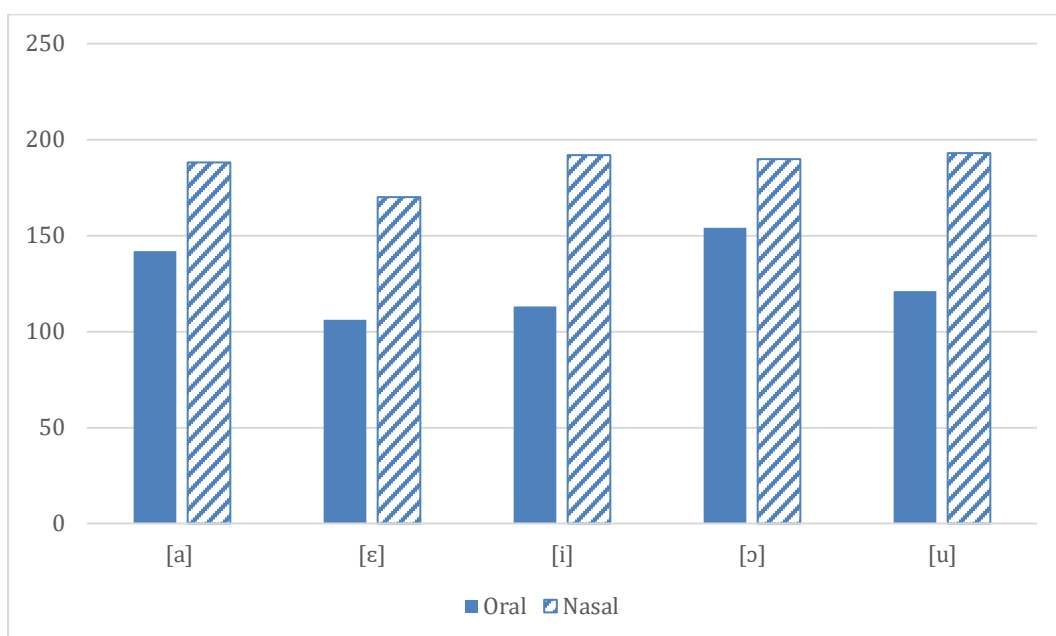
Os segmentos vocálicos orais de JA variaram de 106 a 154ms, sendo [ɛ] o mais breve e [ɔ] o mais longo. Já os segmentos nasais dessa falante variaram de 170ms a 193ms, sendo [ɛ̃] o mais breve e [ũ] o mais longo. As vogais nasais tiveram acréscimo de 36 ([ɔ̃]) a 79ms ([ĩ]) ao compararmos com a duração das orais.

A média de duração das vogais dessa falante foi de 127ms para as orais e 186ms para as nasais. Estatisticamente, há diferença significativa ($p < 0,05$) na duração de todas as vogais orais em relação às suas contrapartes nasais, sendo as

nasais sempre mais longas, exceto a vogal alta central [i], a qual não obtivemos dados estatísticos.

O gráfico de barras disposto abaixo (Figura 38) nos auxilia na visualização da duração total de vogais orais e nasais, bem como na comparação da duração entre elas.

Figura 38 – Duração total (ms) média das vogais orais e nasais tônicas (falante JA)



Diante desses achados, podemos dizer, primeiramente, que a duração total dos segmentos vocálicos exprime diferenças na produção individual de cada falante, pois cada indivíduo apresentou valores distintos se compararmos as amostras.

A vogal oral mais longa na amostra, quase unanimemente, é [a], com exceção da falante JA, que apresentou [a] como segunda vogal oral mais longa. Esse dado é condizente com os valores reportados para o PB, conforme trabalhos de Sousa (1994) e Seara (2000), que descrevem a vogal [a] como a mais longa nessa língua. O conjunto gestual envolvido em sua produção também tem papel nessa duração, pois, por ser uma vogal baixa, a abertura e fechamento dos lábios em uma vogal *aberta* demanda mais tempo e resulta em uma duração elevada. Entretanto, acerca da vogal oral com duração mais breve, as falantes IV e JA apresentaram [ɛ] como segmento mais breve, e a falante LI apresentou [u].

Acerca das vogais nasais, as falantes IV e JA apresentam [ũ] como segmento mais longo, e LI apresenta [õ] como segmentos mais longo, com a vogal [ũ] na

sequência. Entretanto, acerca das vogais nasais mais breves, cada falante apresentou um segmento distinto nessa posição, sendo [õ] para IV, [ã] para LI, e [ẽ] para JA. Nos estudos acerca do PB também houve discrepâncias nesse quesito, o que nos leva a entender que a duração de vogais nasais é um fator com forte influência individual.

Abaixo, pode-se visualizar, na Tabela 5, a média de duração total das vogais orais e nasais das três falantes deste estudo e a porcentagem da duração das vogais nasais em relação às orais, para comparação.

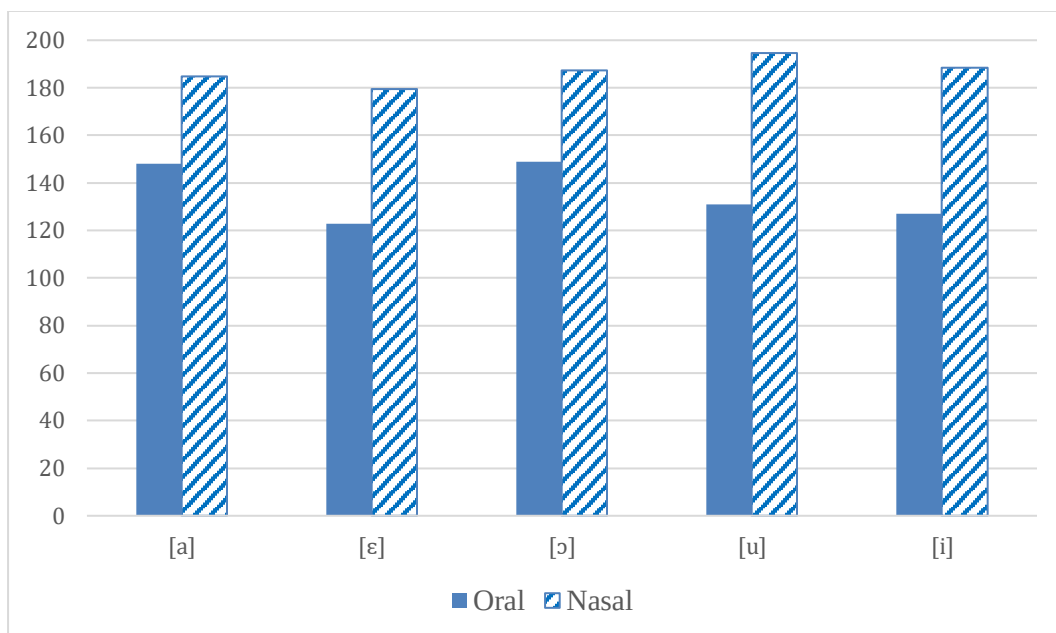
Tabela 5 – Média da duração total (ms) das vogais das três falantes, entre parênteses a porcentagem em relação à duração das vogais orais

Vogal	Oral	Nasal
[a]	148	184 (124%)
[ɛ]	122	179 (146%)
[i]	127	188 (148%)
[ɔ]	148	187 (126%)
[u]	131	194 (148%)
Média	135	186 (137%)

As vogais nasais são, em média, 37% mais longas do que suas contrapartes orais. Esse é um aspecto unânime entre todos os dados da amostra: a duração superior das vogais nasais em comparação às suas contrapartes orais, sendo essa uma característica já esperada por estar em consonância com dados de outras línguas, como o PB, o Francês, o Twi, o Shipibo-Conibo, e outras. Considerando a média das amostras das três falantes, as vogais orais [a] e [ɔ] apresentaram as maiores durações acústicas, enquanto, em relação às vogais nasais, [ũ] foi a que apresentou maior duração. A vogal [ũ] é também a que apresentou maior diferença proporcional em face à sua contraparte oral, apresentando quase 50% a mais de duração, fato que também ocorreu para a vogal [i].

Na Figura 39, está disposto o gráfico de barras com a média da duração das três falantes. Reforçando que há diferença significativa ($p < 0,05$) entre a duração total de todas as vogais orais em comparação às suas contrapartes nasais, exceto a vogal alta central [i], a qual não obtivemos dados estatísticos.

Figura 39 – Duração total (ms) média das vogais orais e nasais tônicas de todas as falantes



A teoria acústica define as vogais altas como mais breves, devido ao fato de depreender menos tempo para a abertura e fechamento dos lábios (Barbosa e Madureira, 2015), e a vogal [a] como mais longa por ser *baixa* e, conseqüentemente, levar mais tempo para a abertura e fechamento dos lábios.

Os elementos analisados confirmam nossa hipótese de que as vogais nasais tônicas apresentariam duração acústica maior do que as orais, resultado elucidado pelas avaliações estatísticas. Por fim, parece que há um fator individual muito forte atuando no parâmetro de duração, pois não foi possível padronizar assertivamente quais as vogais orais e nasais são mais longas ou mais breves, além do fato de a vogal baixa [a] ser a mais longa oral quase em toda a amostra. Esse aspecto individual de duração é comum também no PB, se compararmos os dados de duração de vogais nasais encontrados em pesquisas variadas. Autoras como Sousa (1994), Seara (2000) e Medeiros (2009) que analisam o PB também relatam dados variados para duração de vogais nasais em relação às mais longas e mais breves.

Conclusões

a. As vogais nasais tônicas são sempre mais longas que as vogais orais tônicas, fato ratificado pelos valores de p resultantes dos testes estatísticos, que

demonstraram que essa diferença de duração é significativa. A única exceção é a vogal alta central [i], a qual não obtivemos dados estatísticos. Esses dados confirmam uma de nossas hipóteses, a de que vogais tônicas nasais seriam mais longas que vogais tônicas orais.

b. Não foi possível averiguar quais vogais são mais longas ou mais breves, esse parece ser um fato que varia individualmente para cada falante, talvez um *corpus* mais diversificado e com mais falantes pudesse trazer mais luz acerca dessa questão.

3.2. Vogais nasais: duração da fase nasal e do apêndice nasal

A partir das análises dos dados, ao verificarmos que todas as vogais nasais tônicas de nossa amostra possuíam duas fases (uma fase nasal e uma fase de apêndice nasal), e que a duração das vogais nasais era significativamente superior, levantamos algumas hipóteses acerca das características acústicas dessas fases:

- a) A duração superior verificada nas vogais nasais (Seção 3.1. do Capítulo IV) em relação às orais seria provocada pelo acréscimo da fase de apêndice nasal nesses segmentos?
- b) Se a maior duração verificada for causada pela segunda fase “extra” de apêndice nasal, possuiria, então, a fase nasal das vogais nasais duração semelhante à duração total das vogais orais?

À vista disso, lançamos mão de medidas de duração da fase nasal e da fase de apêndice nasal das vogais tônicas nasais, separadamente, para cada vogal nasal, a fim de compreender, inicialmente, características particulares de cada uma dessas porções. Após, comparamos as durações das vogais nasais em suas fases nasais com as durações totais de suas contrapartes orais, objetivando verificar se haveria diferença significativa na duração das vogais nasais e orais se não houvesse presença do apêndice nasal. Os resultados estão dispostos a seguir.

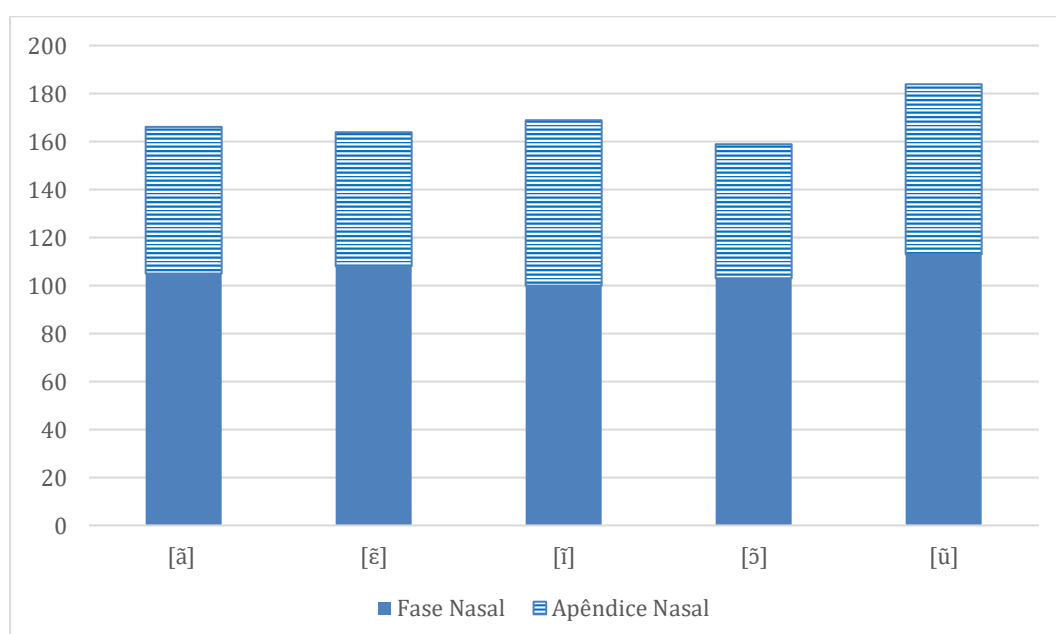
Tabela 6 – Média de duração da fase nasal e do apêndice nasal (ms) das vogais nasais. Entre parênteses, a porcentagem de duração de cada fase em relação à duração total da vogal nasal (falante IV)

Vogal Nasal	Fase Nasal	Apêndice Nasal
[ã]	105 (63%)	61 (37%)
[ɛ̃]	108 (65%)	56 (35%)
[ĩ]	100 (59%)	69 (41%)
[õ]	103 (64%)	56 (36%)
[ũ]	113 (61%)	71 (39%)
Média	105 (62%)	62 (38%)

Os dados da amostra da falante IV demonstram que o apêndice nasal ocupou entre 35% e 41% da duração total das vogais nasais, sendo o mais curto, em relação à duração total, presente na vogal [ɛ̃] e o mais longo, em [ĩ]. A média de duração do apêndice nasal nas produções foi de 62ms, o que representa 38% da duração total média das vogais nasais, enquanto a fase nasal das vogais teve, em média, 105ms, ocupando 62% dos segmentos.

Pode-se visualizar a duração das distintas porções das vogais nasais na Figura 40, facilitando a percepção das diferenças de duração entre as fases.

Figura 40 – Duração média da fase nasal e do apêndice nasal das vogais nasais (falante IV)



Adiante, os dados da falante LI.

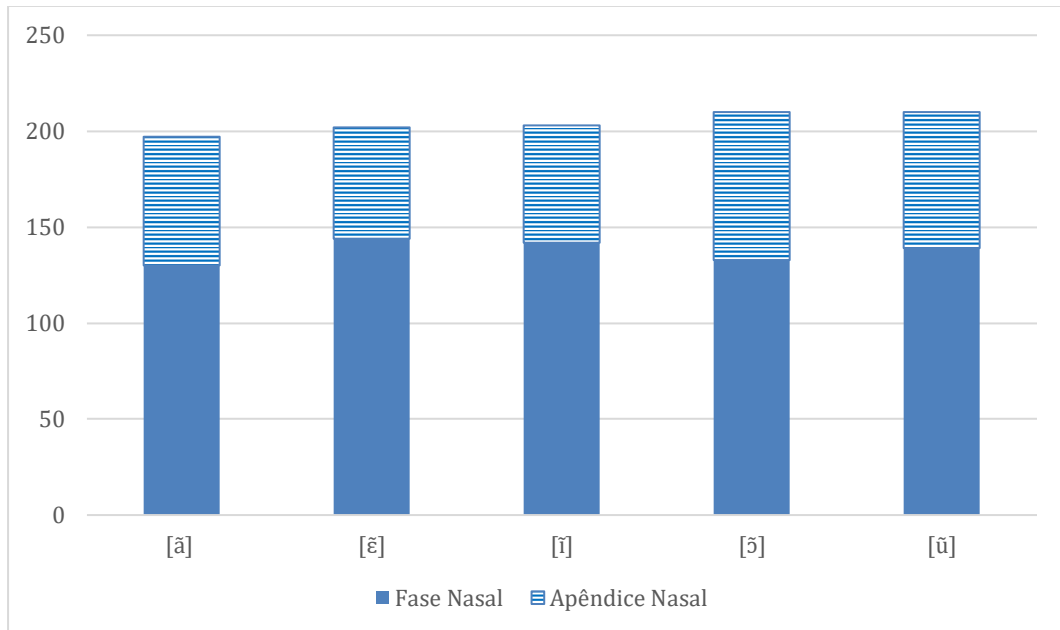
Tabela 7 – Média de duração da fase nasal e do apêndice nasal (ms) de cada vogal nasal. Entre parênteses, a porcentagem de duração de cada fase em relação à duração total da vogal nasal (falante LI)

Vogal Nasal	Fase Nasal	Apêndice Nasal
[ã]	130 (65%)	67 (35%)
[ẽ]	144 (71%)	58 (29%)
[ɨ]	142 (69%)	61 (31%)
[õ]	133 (63%)	77 (37%)
[ũ]	139 (68%)	71 (32%)
Média	137 (67%)	66 (33%)

A amostra da falante LI é a que possui as vogais nasais com durações mais longas. No entanto, seus apêndices nasais não são os que ocupam as maiores porções das vogais nasais, se compararmos com as produções da falante IV, por exemplo. Percebe-se que a distribuição da duração proporcional do apêndice nasal nas vogais é bastante regular, variando de 29%, para [ẽ], a 37%, para [õ]. Em média, a fase nasal das vogais nasais possui 137ms e ocupa 67% das vogais nasais, e o apêndice nasal possui 66ms, ocupando 33% do total de duração desses segmentos nasais.

A Figura abaixo facilita visualmente a interpretação e possibilita verificarmos a distribuição nas durações das fases nasais e de apêndices nasais dessa falante.

Figura 41 – Duração média da fase nasal e do apêndice nasal das vogais nasais (falante LI)



Na sequência, os dados da terceira falante.

Tabela 8 – Média de duração da fase nasal e do apêndice nasal (ms) de cada vogal nasal. Entre parênteses, a porcentagem em relação à duração total da vogal nasal (falante JA)

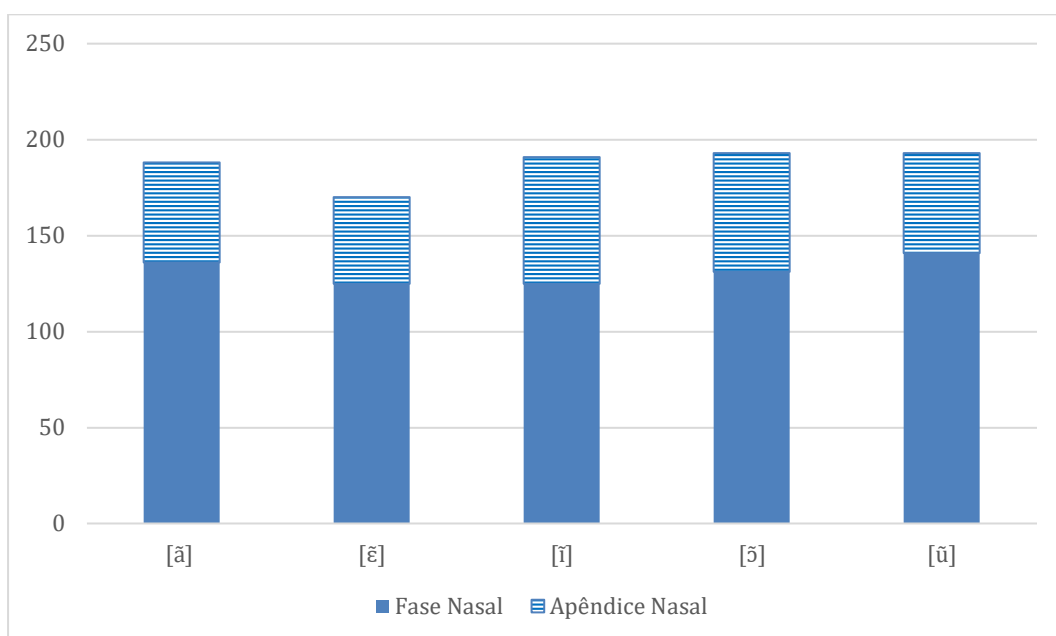
Vogal Nasal	Fase Nasal	Apêndice Nasal
[ã]	136 (72%)	52 (28%)
[ɛ]	125 (74%)	45 (26%)
[ɪ]	125 (65%)	66 (35%)
[ɔ]	131 (68%)	62 (32%)
[u]	141 (73%)	52 (28%)
Média	131 (70%)	55 (30%)

Os apêndices nasais nas vogais nasais da falante JA ocupam de 26% a 35% da duração total das vogais nasais, sendo o apêndice mais breve presente na vogal [ɛ], com 45ms e ocupando 26% da duração total da vogal, e o mais longo na vogal [ɪ], com 66ms e ocupando 35% da duração total dessa vogal. Em média, as vogais nasais desse indivíduo possuem uma fase nasal que ocupa 70% das vogais nasais e uma fase de apêndice nasal que ocupa 30%. Esse dado se assemelha ao PB, em que a

fase de apêndice nasal corresponde a 30% da duração total média das vogais nasais, como reportado por Sousa (1994).

Na sequência, apresentamos o gráfico de duração das fases das vogais nasais da falante JA.

Figura 42 – Duração média da fase nasal e do apêndice nasal das vogais nasais (falante JA)



A partir de todos esses dados, efetuamos a média de duração da fase nasal e do apêndice nasal das três falantes, disposta na Tabela 9 e na Figura 43.

Tabela 9 – Duração média da fase nasal e do apêndice nasal (ms) de cada vogal nasal. Entre parênteses, a porcentagem em relação à duração total da vogal nasal (todas as falantes)

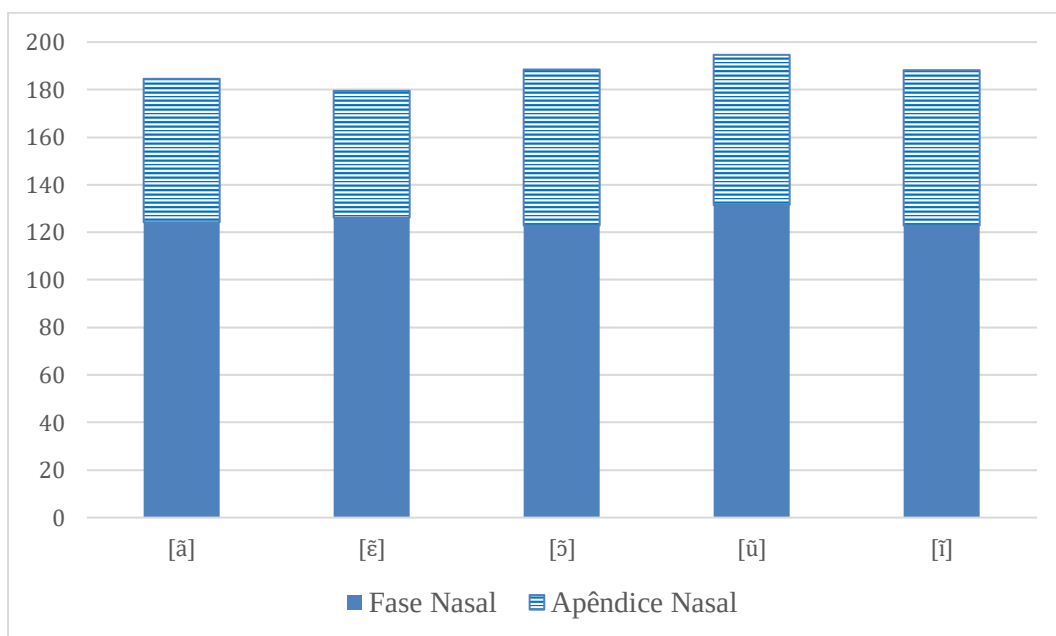
Vogal Nasal	Fase Nasal	Apêndice Nasal
[ã]	124 (67%)	60 (33%)
[ɛ]	126 (68%)	53 (32%)
[ĩ]	122 (64%)	65 (36%)
[õ]	123 (65%)	66 (35%)
[ũ]	131 (67%)	63 (33%)
Média	125 (67%)	61 (33%)

Considerando a média de todas as falantes, o apêndice nasal mais curto observado, tanto em duração total quanto em termos proporcionais, foi o da vogal [ɛ̃], com 53ms e ocupando 32% da duração das vogais nasais. Esse resultado é compatível com os dados de todas as falantes, os quais demonstraram, unanimemente, que a vogal média-baixa nasal [ɛ̃] possui menor porcentagem de apêndice. A vogal nasal [ĩ] ocupa a posição de vogal com maior porcentagem média de apêndice nasal, tendo uma fase de apêndice que corresponde a 36% da duração total da vogal.

Em média, a fase nasal das vogais ocupa 67% da duração das vogais nasais e a fase de apêndice ocupa 33%. Como citado anteriormente, esses valores se aproximam do que foi observado no PT por Sousa (1994) e Seara (2000).

Abaixo, está disposto o gráfico de barras com a média de duração da fase nasal e da fase de apêndice nasal das três falantes.

Figura 43 – Duração da fase nasal e do apêndice nasal em vogais nasais (média das três falantes)



Concluindo, todas as vogais nasais tônicas apresentaram uma fase apêndice nasal, que ocupa, em média, 33% da duração total das vogais nasais. Esse achado se assemelha ao observado para o PB, conforme trabalhos de Sousa (1994) e Seara (2000). Na língua Shipibo-Conibo, o apêndice que acompanha vogais nasais também ocupa em torno de 30% da duração total da vogal nasal, descreve Elías-Ulloa (2010).

Entretanto, não podemos negar que há grande variação nas produções de cada indivíduo, algo já observado por Sousa (1994), que descreve que fatores individuais modificam a duração do apêndice nasal, relatando, inclusive, que um dos sujeitos de sua pesquisa nunca produzia tais apêndices nasais. Essas variações individuais nos impedem de mapear um padrão para essas ocorrências em relação às vogais, mas são relevantes no quesito de identificação de falantes, sendo um possível fator de interesse para a fonética forense, por exemplo.

Com base em todos os dados apresentados até aqui, podemos relacionar a presença do apêndice nasal como fator responsável pela duração mais longa das vogais nasais, em relação às orais. As vogais nasais têm, em média, 38% de duração superior às vogais orais (Tabela 6), e o apêndice nasal ocupa, em média, 33% da duração total dessas vogais nasais (Tabela 9). Podemos afirmar que o acréscimo da fase de apêndice nasal resulta na duração mais longa de segmentos nasais, sendo esse um fator possivelmente influente para a percepção de nasalidade nessa língua.

A partir dessas observações, uma de nossas hipóteses era de que a duração das vogais orais e a duração da fase nasal das vogais nasais seria semelhante, exprimindo que não haveria diferenças significativas entre elas ($p > 0,05$), pois o que tornaria a vogal nasal mais longa seria o acréscimo da fase de apêndice nasal. Para averiguar tal possibilidade, lançamos mão de testes estatísticos (teste t e teste de Wilcoxon) para avaliar os dados e confirmar, ou refutar, essa hipótese. Comparamos a fase nasal das vogais nasais com as vogais orais.

Os dados estão dispostos nas Tabelas 10, 11 e 12 a seguir.

Tabela 10 – Duração total média (ms) das vogais orais e da fase nasal das vogais nasais e valores de p (falante IV)

Vogal	Vogal Oral	Fase Nasal (Vogal Nasal)	Valor p
[a]	124	105	0.009419
[ɛ]	105	108	0.6679
[i]	111	100	0.4083
[ɔ]	122	103	0.129
[u]	118	113	0.7331

Tabela 11 – Duração total média (ms) das vogais orais e da fase nasal das vogais nasais e valores de p (falante LI)

Vogal	Vogal Oral	Fase Nasal (Vogal Nasal)	Valor p
[a]	177	130	4.273e-09
[ɛ]	156	144	0.3784
[i]	155	142	0.2102
[ɔ]	169	133	0.0058
[u]	152	139	0.4063

Tabela 12 – Duração total média (ms) das vogais orais e da fase nasal das vogais nasais e valores de p (falante JA)

Vogal	Vogal Oral	Fase Nasal (Vogal Nasal)	Valor p
[a]	142	136	0.2777
[ɛ]	106	125	0.05643
[i]	113	125	0.4812
[ɔ]	154	131	0.1353
[u]	121	141	0.2781

Esses dados apontam que, na maioria das vogais da amostra, não há diferença significativa entre a duração total das vogais orais tônicas e a duração da fase nasal de suas contrapartes nasais. Entretanto, há exceções, pois algumas poucas vogais demonstraram, sim, diferença significativa, sendo elas [a] x [ã] ($p = 0.009419$) da falante IV, e as vogais [a] x [ã] ($p = 4.273e-09$) e [ɔ] x [õ] ($p = 0.0058$) da falante LI.

Fundamentado nisso, é possível ratificar nossa hipótese para maioria das vogais. A duração das vogais orais se mostrou similar à duração da fase nasal das vogais nasais, não apresentando diferença estatística significativa para quase todas as vogais da amostra. Conclui-se, então, que para a maioria das vogais nasais, se fosse retirado o apêndice nasal, teria duração semelhante à de suas contrapartes orais. O mesmo ocorre no PB, como já descrito por Sousa (1994). Assim, a duração superior verificada nas vogais nasais é provocada pelo acréscimo da fase de apêndice

nasal, pois a duração da fase nasal das vogais pouco difere da duração das vogais orais.

Isso sugere que a percepção de nasalidade pode estar relacionada à duração dos segmentos e a retirada do apêndice poderia interferir na percepção da vogal nasal, pois ele provoca a duração elevada das vogais nasais. No entanto, testes de percepção hão de ser desenvolvidos em pesquisas futuras para afirmar ou refutar essa hipótese. Ainda, a duração da fase nasal das vogais não pareceu interferir na duração de apêndice nasal, já que os exemplos mostram que não há relação entre o tempo de produção da vogal e o tempo de produção do apêndice.

Conclusões

a. Retomando a primeira hipótese apresentada no início desta seção, a duração superior verificada nas vogais nasais tônicas parece ser, sim, fruto do acréscimo da fase de apêndice nasal. O gesto de abertura vélica inicia-se antes do gesto vocálico e finaliza após o fim deste, o que reflete na maior duração acústica do segmento.

b. Com poucas exceções, verificamos estatisticamente que a duração da fase nasal das vogais nasais não difere significativamente da duração das vogais orais. Como a duração é um aspecto robusto na caracterização das vogais nasais, a presença do apêndice nasal pode ser um fator que contribui na percepção de nasalidade dessas vogais, deixando uma questão em aberto para pesquisas futuras.

4. Duração das vogais pré-tônicas

A fim de compreender diferenças e proximidades entre as vogais tônicas e pré-tônicas do Mbyá, lançamos mão das medidas de duração desses segmentos em ambos os contextos. Ao contrário da posição tônica, em posição pré-tônica houve a produção das vogais médias-altas [e] e [o]. Relembramos que todas as vogais tônicas nasais apresentaram duas fases: uma fase nasal e uma de apêndice nasal (como já descrito na Seção 2.1. deste Capítulo). Quanto às vogais pré-tônicas do Mbyá, quando nasalizadas por vogal subjacente nasal ou por consoante, apresentam uma ou duas fases (cf. Seção 2.2. deste Capítulo):

- Fase nasal e fase de apêndice nasal: vogais nasalizadas que precedem oclusivas e africadas;
- Fase nasal: vogais em demais contextos.

Em nosso acervo, havia apenas as vogais pré-tônicas nasalizadas [ã ã̃ ĩ] na adjacência de consoantes oclusivas ou africadas à direita, portanto, apenas essas vogais possuíam registros de produções com duas fases em nossos dados.

Por isso, serão apresentados os dados de duração das vogais nasalizadas pré-tônicas com duas fases (“Nasal. com apêndice” nas tabelas) e com apenas uma fase (“Nasal. sem apêndice” nas tabelas). Os dados das vogais nasais tônicas contemplam a fase nasal e a fase de apêndice nasal, presente em todas. Os valores de duração das vogais pré-tônicas e tônicas são apresentados a seguir para comparação¹³. Nas tabelas, são apresentados os valores médios de duração de cada vogal, os desvios padrões entre parênteses e, ao lado, as porcentagens da duração média daquela vogal em relação à sua contraparte pré-tônica oral.

Tabela 13 – Valores de duração (ms) de vogais pré-tônicas e tônicas (falante IV)

Vogal ¹⁴	Pré-tônicas			Tônicas	
	Oral	Nasal. sem apêndice	Nasal. com apêndice	Oral	Nasal
[a]	93 (21) - 100%	111 (23) - 119%	136 (28) - 146%	124 (28) - 133%	166 (25) - 178%

¹³ As lacunas em branco nas tabelas se referem a vogais que não foram produzidas em nossa amostra em determinada tonicidade e/ou qualidade.

¹⁴ Houve, ainda, a produção de três vogais posteriores não arredondadas pré-tônicas [ɾ], o que foi verificado apenas na amostra desta falante, por isso não integra a tabela. A vogal oral

Vogal ¹⁴	Pré-tônicas			Tônicas	
	Oral	Nasal. sem apêndice	Nasal. com apêndice	Oral	Nasal
[ɛ]	111 (25) - 100%	114 (36) - 102%	149 (5) - 134%	105 (25) - 94%	165 (5) - 148%
[e]	68 (2)				
[i]	75 (26) - 100%	82 (27) - 109%	107 (22) - 142%	111 (25) - 148%	169 (37) - 225%
[ɔ]	76 (17) - 100%	72 (13) - 94%		122 (34) - 160%	160 (22) - 210%
[o]		51 (17)			
[u]	77 (21) - 100%	109 (35) - 141%		118 (27) - 153%	185 (38) - 240%
[ĩ]	77 (27) - 100%	57 (12) - 74%			
Média	82 - 100%	85 - 103%	130 - 158%	116 - 141%	169 - 206%

Nos dados de duração das vogais pré-tônicas da falante IV, nota-se uma ampla variação entre a duração das vogais pré-tônicas nasalizadas sem apêndice e a duração das vogais pré-tônicas orais, havendo valores médios similares entre algumas delas, com as vogais nasalizadas sem apêndice sendo de 2% a 41% mais longas. A vogal [u] é a que demonstra maior diferença nessa comparação, sendo a vogal nasalizada sem apêndice 41% mais longa que a oral. Contudo, ainda comparando as pré-tônicas orais com as pré-tônicas nasalizadas sem apêndice, algumas nasalizadas são mais breves que as orais, como o caso da vogal [õ] e [ĩ], fato que não ocorreu com as vogais tônicas.

Já, ao observar a duração das vogais nasalizadas com apêndice, a diferença de duração revela-se maior, havendo um aumento mais perceptível nos valores médios dessas vogais nasalizadas em comparação às orais e às nasalizadas sem apêndice. As vogais pré-tônicas nasalizadas com apêndice são de 34% a 46% mais longas que suas contrapartes pré-tônicas orais.

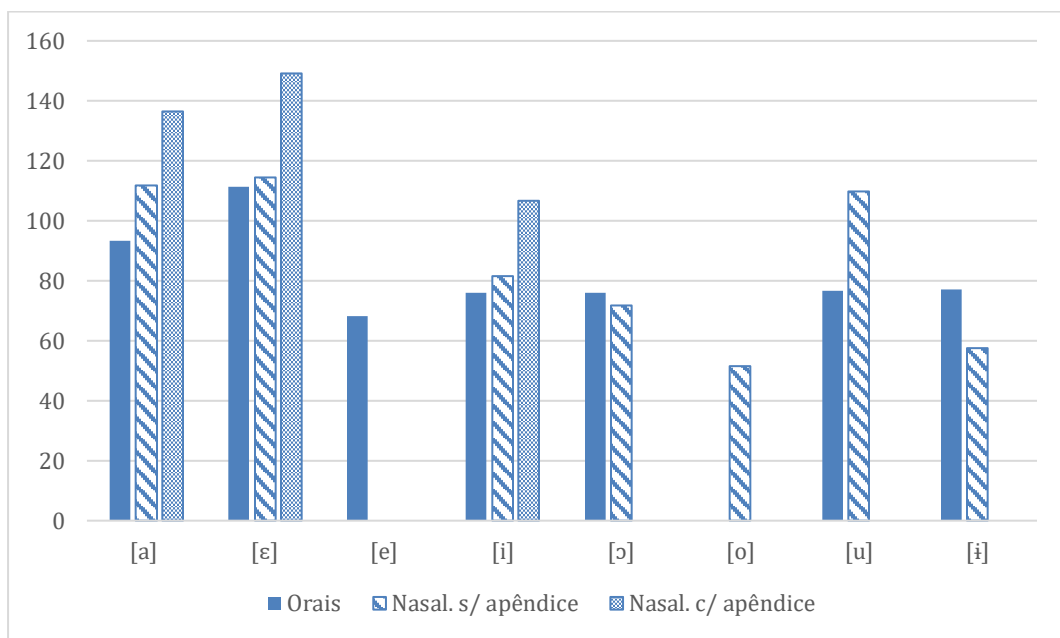
Ao comparar a duração das vogais tônicas com pré-tônicas, essa amostra demonstra a duração superior das vogais tônicas em relação às vogais pré-tônicas, sejam elas nasalizadas ou orais. A única exceção é a vogal oral [ɛ] que possui maior

[ɾ] foi produzida três vezes, nas três repetições da palavra [mãndɾ'ui], e obteve média de 91ms e 18ms de desvio padrão.

duração quando pré-tônica oral do que tônica oral, no entanto, quando nasal em contextoônico, ela apresenta duração superior do que a oral e nasalizada pré-tônica.

No gráfico de barras abaixo fica mais perceptível a diferença na duração das vogais pré-tônicas orais e nasalizadas com e sem apêndice, evidenciando a duração elevada das vogais com duas fases.

Figura 44 – Duração média das vogais pré-tônicas (falante IV)



Na sequência, os valores da falante LI.

Tabela 14 – Valores de duração (ms) de vogais pré-tônicas e tônicas (falante LI)

Vogal	Pré-tônicas			Tônicas	
	Oral	Nasal. sem apêndice	Nasal. com apêndice	Oral	Nasal
[a]	122 (30) - 100%	141 (31) - 115%	172 (20) - 140%	177 (64) - 145%	198 (31) - 162%
[ɛ]	126 (36) - 100%	168 (23) - 133%	177 (11) - 140%	156 (28) - 123%	202 (19) - 160%
[i]	92 (44) - 100%	104 (31) - 113%	189 (34) - 205%	155 (27) - 168%	203 (12) - 220%
[ɔ]	127 (33) - 100%	71 (7) - 55%	-	169 (28) - 133%	211 (20) - 166%
[o]	-	115 (1)	-	-	-
[u]	98 (31) - 100%	124 (27) - 126%	-	152 (23) - 155%	204 (35) - 208%

Vogal	Pré-tônicas			Tônicas	
	Oral	Nasal. sem apêndice	Nasal. com apêndice	Oral	Nasal
[i]	104 (31) - 100%	66 (5) - 63%			
Média	114 - 100%	113 - 99%	179 - 157%	161 - 141%	203 - 178%

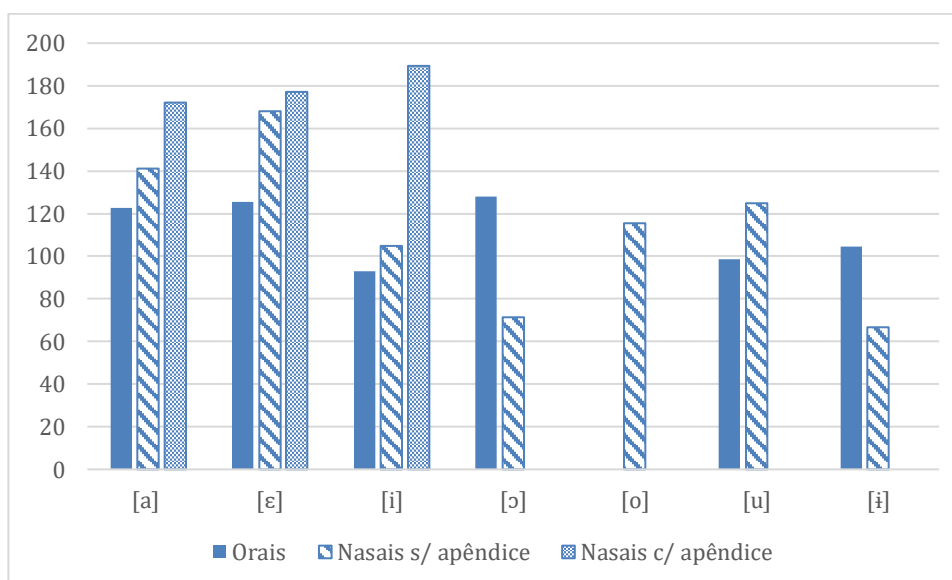
A amostra de LI possui vogais pré-tônicas com durações mais longas que as da amostra da falante anterior e com diferenças mais robustas entre os valores das pré-tônicas orais e das nasalizadas sem apêndice, sendo as nasalizadas de 13% a 33% mais longas que as orais. No entanto, as vogais [ɔ] e [i], quando nasalizadas sem apêndice, apresentaram duração inferior à de suas contrapartes orais, assim como nos dados da amostra da falante IV.

Nota-se que as pré-tônicas nasalizadas com apêndice ainda apresentam uma duração média mais elevada que as pré-tônicas orais, com duração superior entre 40% e 105%. Esses dados, como os da falante IV, corroboram que a duração elevada das vogais nasais pode ter relação direta com a presença de uma fase de apêndice nasal.

Em relação às tônicas e pré-tônicas, todas as vogais tônicas apresentam duração superior em comparação às pré-tônicas.

Os valores médios das pré-tônicas podem ser melhor comparados com o auxílio do gráfico de barras abaixo.

Figura 45 – Duração média das vogais pré-tônicas (falante LI)



A seguir, os dados da falante JA.

Tabela 15 – Valores de duração (ms) de vogais pré-tônicas e tônicas (falante JA)

Vogal	Pré-tônicas			Tônicas	
	Oral	Nasal. sem apêndice	Nasal. com apêndice	Oral	Nasal
[a]	121 (33) - 100%	145 (10) - 119%	175 (21) - 144%	142 (25) - 117%	188 (24) - 155%
[ɛ]		108 (26) - 100%	125 (24) - 115%	106 (12) - 98%	170 (17) - 157%
[e]	126 (32) - 100%	142 (26) - 112%			
[i]	91 (39) - 100%	84 (47) - 92%	178 (81) - 195%	113 (28) - 124%	192 (43) - 210%
[ɔ]	59 (1) - 100%	66 (13) - 111%		154 (24) - 261%	190 (29) - 322%
[o]	96 (30) - 100%	118 (26) - 122%			
[u]	78 (28) - 100%	82 (17) - 105%		121 (24) - 155%	193 (38) - 247%
[ɪ]	98 (34) - 100%	87 (24) - 88%			
Média	96 - 100%	104 - 108%	159 - 165%	127 - 132%	186 - 193%

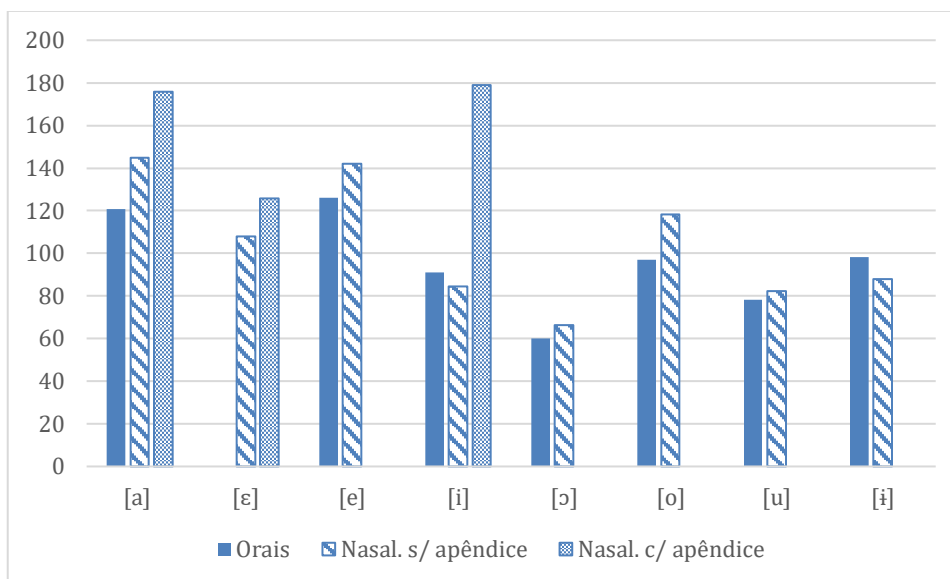
No conjunto de vogais pré-tônicas da falante JA, as vogais nasalizadas sem apêndice não apresentam diferenças muito robustas na duração em relação às orais, sendo as vogais nasalizadas sem apêndice de 5 a 22% mais longas que as orais. A vogal nasalizada sem apêndice [ɪ] possui duração inferior em relação à oral, fato que também ocorreu nos dados das demais falantes. Ainda mais, para JA, a vogal alta nasalizada sem apêndice [ɪ] também possui duração mais breve que a oral, diferentemente dos dados das falantes anteriores.

Nota-se que os valores de duração das vogais nasalizadas com apêndice nasal são maiores em comparação às orais e nasalizadas sem apêndice, possuindo até 95% a mais de duração em relação às orais.

Ao comparar a duração das vogais nas duas posições acentuais, todas as tônicas orais são mais longas que as pré-tônicas orais e as tônicas nasais são mais longas que as pré-tônicas nasalizadas, sejam elas com ou sem apêndice, o que se repete dos dados das demais falantes Mbyá.

Abaixo está o gráfico de barras com dados de duração das vogais pré-tônicas da falante JA.

Figura 46 – Duração média das vogais pré-tônicas (falante JA)



Portanto, à primeira vista, percebe-se que a duração das vogais pré-tônicas quando orais ou nasalizadas apenas com fase nasal não varia de modo robusto, no entanto, comparando vogais nasalizadas com duas fases e vogais orais, percebe-se uma diferença mais expressiva nos valores de duração. Algumas vogais pré-tônicas nasalizadas sem apêndice, como já citado, apresentaram menor duração do que as contrapartes pré-tônicas orais. Em relação às vogais pré-tônicas nasalizadas com apêndice, estas possuem duração mais longa em comparação com as vogais orais e com as nasalizadas sem apêndice em todos os dados da amostra.

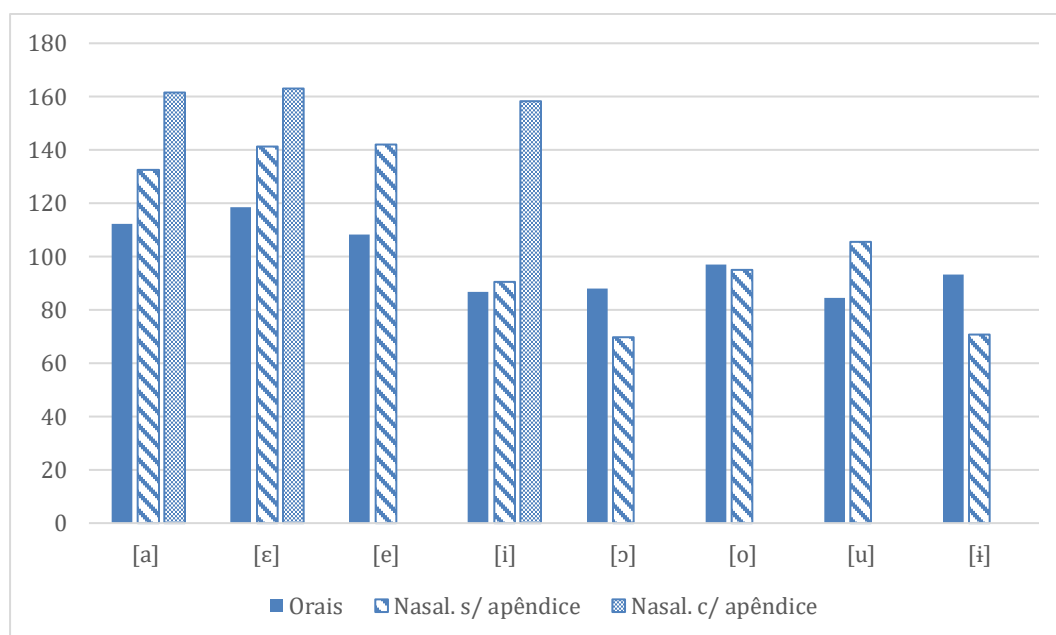
Os dados apresentados indicam relação direta do apêndice nasal na duração elevada de vogais pré-tônicas nasalizadas, assim como foi verificado para as vogais tônicas nasais (cf. Seção 3.1. e 3.2. Capítulo IV). Podemos sugerir que a presença do apêndice nasal é, de fato, o elemento responsável pela maior duração vocálica de vogais nasais tônicas e nasalizadas pré-tônicas em relação às orais.

Abaixo, a tabela com a média de valores de duração das vogas pré-tônicas e tônicas das três falantes.

Tabela 16 – Duração das vogais pré-tônicas (média das três falantes)

Vogal	Pré-tônicas			Tônicas	
	Oral	Nasal. sem apêndice	Nasal. com apêndice	Oral	Nasal
[a]	112 - 100%	133 - 118%	162 - 144%	148 - 132%	184 - 164%
[ɛ]	118 - 100% ¹⁵	141 - 119%	163 - 138%	122 - 103%	179 - 151%
[e]	108 - 100%	142 - 131% ¹⁶			
[i]	87 - 100%	91 - 104%	158 - 181%	127 - 145%	188 - 216%
[ɔ]	88 - 100%	70 - 79%		148 - 168%	187 - 212%
[o]	96 - 100% ¹⁷	95 - 98%			
[u]	84 - 100%	106 - 126%		131 - 155%	194 - 230%
[i]	93 - 100%	71 - 76%			
Média	99 - 100%	106 - 107%	161 - 162%	135 - 136%	186 - 187%

Na sequência, o gráfico de barras com as durações médias das vogais pré-tônicas das três falantes auxilia na compreensão desses dados.

Figura 47 – Duração das vogais pré-tônicas (média das três falantes)

¹⁵ Média dos valores das falantes IV e LI, pois apenas essas duas falantes produziram esse segmento nesse contexto.

¹⁶ Valor da falante JA, única a produzir esse segmento nesse contexto.

¹⁷ Valor da falante JA, única a produzir esse segmento nesse contexto.

Avaliando os dados das três falantes em conjunto, observa-se que as vogais tônicas são, comprando orais com orais e nasais com nasalizadas, mais longas que suas contrapartes pré-tônicas, sugerindo que a posição tônica interfere na duração do segmento. Ainda, a presença da fase de apêndice nasal nas vogais nasalizadas pré-tônica confere a elas uma duração elevada, como já descrito nos dados individuais de cada falante.

Esta seção buscou descrever a duração das vogais pré-tônicas orais e nasalizadas com apenas uma fase e com duas fases, de modo a ampliar a compreensão desses segmentos, na seção seguinte abordaremos de modo mais amplo as comparações com as vogais tônicas, com auxílio de testes estatísticos.

Conclusões

a. Tanto em contextoônico, quanto pré-tônico, as vogais nasalizadas tendem a ser mais longas do que as vogais orais, esse padrão ocorre na maioria das vogais.

b. As vogais nasalizadas com fase de apêndice possuem duração elevada em relação àquelas sem fase de apêndice, o que é observado em todas as vogais pré-tônicas das falantes. A produção de duas fases (fase nasal e apêndice nasal) torna esses segmentos mais longos, como descrito para as vogais tônicas.

c. Acerca da duração das vogais em diferentes posições acentuais, as vogais tônicas sempre são mais longas que suas contrapartes pré-tônicas, comparando orais com orais e nasais com nasalizadas, o que demonstra uma relação da duração elevada com a posição de tonicidade. A única exceção foi a vogal [ɛ] da falante IV que, quando tônica, é mais breve que quando pré-tônica.

4.1. Duração das vogais tônicas x pré-tônicas

Em uma comparação entre as vogais tônicas e pré-tônicas, a variação de duração, com base nas médias de valores brutos, é alta. Tanto vogais orais quanto nasais são mais longas em contextoônico do que as mesmas vogais em contexto pré-tônico, isso ocorre em todas as vogais de todas as falantes, com exceção de [ɛ] da falante LI. Em outras línguas do mundo é recorrente que as vogais tônicas possuam duração elevada.

A presença de nasalidade também é um fator que pode tornar as vogais mais longas, todavia, surge o questionamento se a duração de vogais subjacentes nasais seria maior em relação às nasalizadas contextualmente no Guarani-Mbyá.

Para verificar se tais diferenças são significativas ou não, recorreremos a testes estatísticos. Realizamos as seguintes comparações:

- Vogais tônicas orais x vogais pré-tônicas orais;
- Vogais tônicas nasais x vogais pré-tônicas nasalizadas sem fase de apêndice nasal;
- Vogais tônicas nasais x vogais pré-tônicas nasalizadas com fase de apêndice nasal.

Importa ressaltar que, como todas as vogais nasais tônicas da amostra apresentaram as fases nasal e de apêndice nasal, todos os dados de vogais tônicas nasais das comparações possuem ambas as fases¹⁸.

Os valores de diferença significativa ($p < 0,05$) estão em vermelho.

Tabela 17 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre a duração das vogais tônicas e pré-tônicas (falante IV)

Vogal	Oral		Nasal	
	Tônica x pré-tônica	Tônica x pré-tônica sem apêndice	Tônica x pré-tônica com apêndice	
/a/	5.52e-10	1.361e-07	0.01707	

¹⁸ A vogal pré-tônica nasalizada /ẽ/ com apêndice foi produzida apenas duas vezes na amostra de cada falante, por isso, a quantidade não foi o suficiente para traçar estatísticas entre /ẽ/ tônica e pré-tônica com apêndice. A vogal tônica nasal /ĩ/ também foi produzida apenas duas vezes na amostra de cada falante, portanto, a quantidade não foi suficiente para aplicar testes estatísticos entre /ĩ/ tônica e pré-tônica (com ou sem apêndice).

	Oral	Nasal	
Vogal	Tônica x pré-tônica	Tônica x pré-tônica sem apêndice	Tônica x pré-tônica com apêndice
/ɛ/	0.9833	0.03611	
/i/	0.0002665	4.33e-05	0.001429
/ɔ/	0.006334	7.26e-06	
/u/	6.919e-07	0.004337	
/i/	7.025e-06		

Tabela 18 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre a duração das vogais tônicas e pré-tônicas (falante LI)

	Oral	Nasal	
Vogal	Tônica x pré-tônica	Tônica x pré-tônica sem apêndice	Tônica x pré-tônica com apêndice
/a/	4.361e-14	1.082e-05	0.02321
/ɛ/	0.06351	0.06667	
/i/	4.965e-05	0.0005828	0.4557
/ɔ/	0.002301	0.009524	
/u/	8.091e-09	0.000666	
/i/	7.643e-07		

Tabela 19 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre a duração das vogais tônicas e pré-tônicas (falante JA)

	Oral	Nasal	
Vogal	Tônica x pré-tônica	Tônica x pré-tônica sem apêndice	Tônica x pré-tônica com apêndice
/a/	0.0006127	1.212e-05	0.2326
/ɛ/	0.1647	0.008718	
/i/	0.01229	0.002331	0.6623
/ɔ/	8.379e-05	0.0006985	
/u/ ¹⁹	2.357e-07		
/i/	0.000722		

Os valores de p gerados com base nos testes t e testes de Wilcoxon reafirmam o que já era perceptível a partir das médias brutas: a duração das vogais tônicas e pré-tônicas, na maioria, difere significativamente.

¹⁹ A falante JA produziu apenas duas vogais /ũ/ sem apêndice, portanto a quantidade não foi suficiente para traçar comparações estatísticas.

Observando as vogais orais, todas elas apresentaram duração significativamente superior quando estão em posição de acento tônico. A exceção é a vogal /ɛ/, que não apresenta diferença significativa de duração entre produções tônicas e pré-tônicas na amostra de nenhuma das falantes. Essa vogal também apresenta a peculiaridade de ser em média mais breve na posição tônica em comparação à pré-tônica na amostra da falante IV (Tabela 13), no entanto, ainda assim, a diferença de duração não é significativa.

Em relação às vogais nasais, as vogais tônicas possuem duração maior que as pré-tônicas com apenas fase nasal (sem apêndice nasal), essa diferença de duração é reforçada com os dados estatísticos. Já era esperado que as vogais tônicas com duas fases seriam mais longas que as pré-tônicas de apenas uma fase, tanto pela posição tônica que comumente exhibe duração mais longa, quanto pela presença do apêndice nasal na tônica, que confere maior duração à vogal, como já discutido nas seções sobre a duração das vogais tônicas (Seção 3 Capítulo IV). Apenas a vogal /ɛ/ da falante LI demonstrou um comportamento diferente, pois não há diferença significativa entre a produção tônica nasal e pré-tônica nasalizada sem apêndice. Esse dado que difere dos demais parece ser uma característica idiossincrática dessa falante.

Acerca das vogais pré-tônicas nasalizadas com duas fases (nasal e de apêndice nasal), a baixa quantidade de dados nos contextos que provocam as duas fases não nos permite discorrer longamente sobre as diferenças de duração dessas vogais em diferentes posições acentuais. Entre as tônicas nasais e as pré-tônicas nasalizadas com apêndice analisadas, há duração significativamente distinta nos dados da falante IV e na vogal /ã/ da falante LI, já, nos dados da falante JA e na vogal /i/ da falante LI, essa diferença não é significativa. Isso poderia indicar que a presença da fase de apêndice nasal, por si só, já confere maior duração à vogal, sem considerar a posição acentual do segmento, mas seria necessário um *corpus* maior com contextos diversos para avaliar de forma assertiva. Diferenças individuais na produção também podem influenciar nessa questão.

Não foi viável realizar análises da porção de apêndice nasal em comparação entre vogais tônicas e pré-tônicas pois, em nosso acervo, poucas palavras possuíam vogais pré-tônicas nasalizadas em contextos nos quais o apêndice nasal emerge, como pode ser observado nas tabelas de análises estatísticas, por isso, optou-se por

não abordar essas análises neste trabalho, apesar de ser uma investigação interessante para projetos futuros.

Conclusões

a. A duração das vogais tônicas é sempre mais alta do que a das vogais pré-tônicas, com exceção da vogal oral média /ɛ/ de uma falante, e a diferença é significativa na maior parcela dos dados. A literatura já aponta para o fato de vogais tônicas serem mais longas do que átonas. Esses achados demonstram uma relação intrínseca da duração com a tonicidade.

b. O baixo número de dados pré-tônicos nasalizados com duas fases não nos permitiu realizar comparações estatísticas entre vogais nasais tônicas e vogais pré-tônicas nasalizadas conclusivas. Levando em conta que vogais nasais possuem comumente duração elevada em relação às orais, e considerando que vogais tônicas costumam ser mais longas do que as átonas, seria interessante explorar a duração de vogais tônicas nasais e pré-tônicas nasalizadas com duas fases para esclarecer se a vogal nasal teria diferença na duração em relação à vogal nasalizada. Os dados são poucos, mas, a partir deles, parece que não haveria uma diferença significativa, necessariamente. Esse aspecto merece análises futuras, pois no Mbyá-Guarani a posição do acento é estritamente ligada à nasalidade, e esse estudo pode iluminar essa discussão.

5. *Frequências de formantes das vogais tônicas*

O segundo parâmetro analisado foi a frequência dos primeiros, segundos e terceiros formantes orais (F1, F2 e F3) tanto das vogais orais, quanto da fase nasal das vogais nasais, para um detalhamento acústico dos valores das ressonâncias e para compreender possíveis diferenças na produção das vogais nasais e orais tônicas.

Os valores de ressonância nos dão pistas acerca da articulação envolvida na produção de tais segmentos, pois essas medidas possuem relação primordial com aspectos articulatórios da produção de cada vogal, em relação à altura da língua e mandíbula, do recuo lingual e do arredondamento dos lábios. O primeiro formante (F1) tem uma relação inversamente proporcional com a altura linguomandibular, assim, quanto mais alto for o valor de F1, mais baixa será a posição da língua e da mandíbula na produção de uma vogal, ao contrário, quanto mais baixo for o valor de F1, mais alta será a posição da língua e mandíbula naquela vogal. O segundo formante (F2) possui relação com o eixo sagital da língua, ou seja, quanto mais alto for o valor de F2, mais anterior será a posição da língua na produção da vogal, e, quanto mais baixo for o valor de F2, mais posterior será a posição da língua na vogal em questão (Barbosa e Madureira, 2015). O terceiro formante (F3) se relaciona com o arredondamento labial, desse modo, quanto mais baixo for o valor de F3, mais arredondada será a vogal, já, quanto mais alto for o valor de F3, menos arredondada será produzida a vogal. Resume-se que vogais altas possuem F1 mais baixo, em comparação às vogais baixas; vogais anteriores possuem F2 mais alto, em relação às vogais posteriores; e vogais arredondadas possuem F3 mais baixo, quando comparadas às vogais não arredondadas (Cristófato-Silva *et al.*, 2019). Essas medidas são apreendidas a partir dos espectrogramas e dos FFTs das vogais, figuras exemplares podem ser visualizadas na Seção 2 do Capítulo IV.

Dessa forma, com os valores de ambas as produções orais e nasais, conseguimos traçar o trapézio acústico que nos dá uma expectativa da realidade articulatória. Pesquisas em línguas do mundo, como Francês e Português, relatam diferenças entre o F1, F2 e F3 das vogais orais e das vogais nasais, o que implica variação na articulação que ocorre na produção desses segmentos quando nasais ou orais. As amostras descritas na Seção 2.1. Capítulo IV já revelaram algumas

diferenças nas frequências de formantes das vogais orais e nasais, assim, nesta seção, veremos mais dados quantitativos e comparativos.

A seguir, estão as tabelas com os valores de formantes de cada falante, individualmente, acompanhadas de seus espaços acústicos. Na sequência, serão apresentados os resultados dos testes estatísticos (teste t e teste de Wilcoxon)²⁰.

Começamos com os dados da falante IV.

Tabela 20 – Valores de formantes orais (F1, F2 e F3) das vogais orais e nasais.
Desvio padrão entre parênteses (falante IV)

	Orais			Nasais		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
[a]	848 (45)	1694 (140)	2621 (145)	841 (76)	1694 (146)	2881 (283)
[ɛ]	715 (47)	1957 (143)	2834 (134)	747 (53)	2016 (90)	3058 (128)
[i]	438 (37)	2444 (124)	3083 (185)	542 (46)	2394 (204)	3295 (140)
[ɔ]	756 (69)	1346 (106)	2627 (150)	772 (79)	1352 (229)	2697 (366)
[u]	455 (21)	1288 (109)	2704 (72)	523 (38)	1223 (83)	2468 (61)
[ɨ]	468 (24)	2020 (230)	2746 (95)			

A partir da tabela acima, podemos visualizar algumas relações entre os formantes das vogais orais e nasais dessa falante. Observa-se que a vogal [ã] possui valor de F1, em média, mais baixo do que o de sua contraparte oral, indicando que essa vogal seria mais alta quando nasal. Os demais segmentos apresentaram comportamento contrário em relação ao F1, as nasais [ẽ ĩ õ ũ] têm o primeiro formante mais alto do que as orais, indicando que essas vogais, quando nasais, seriam mais baixas do que as orais.

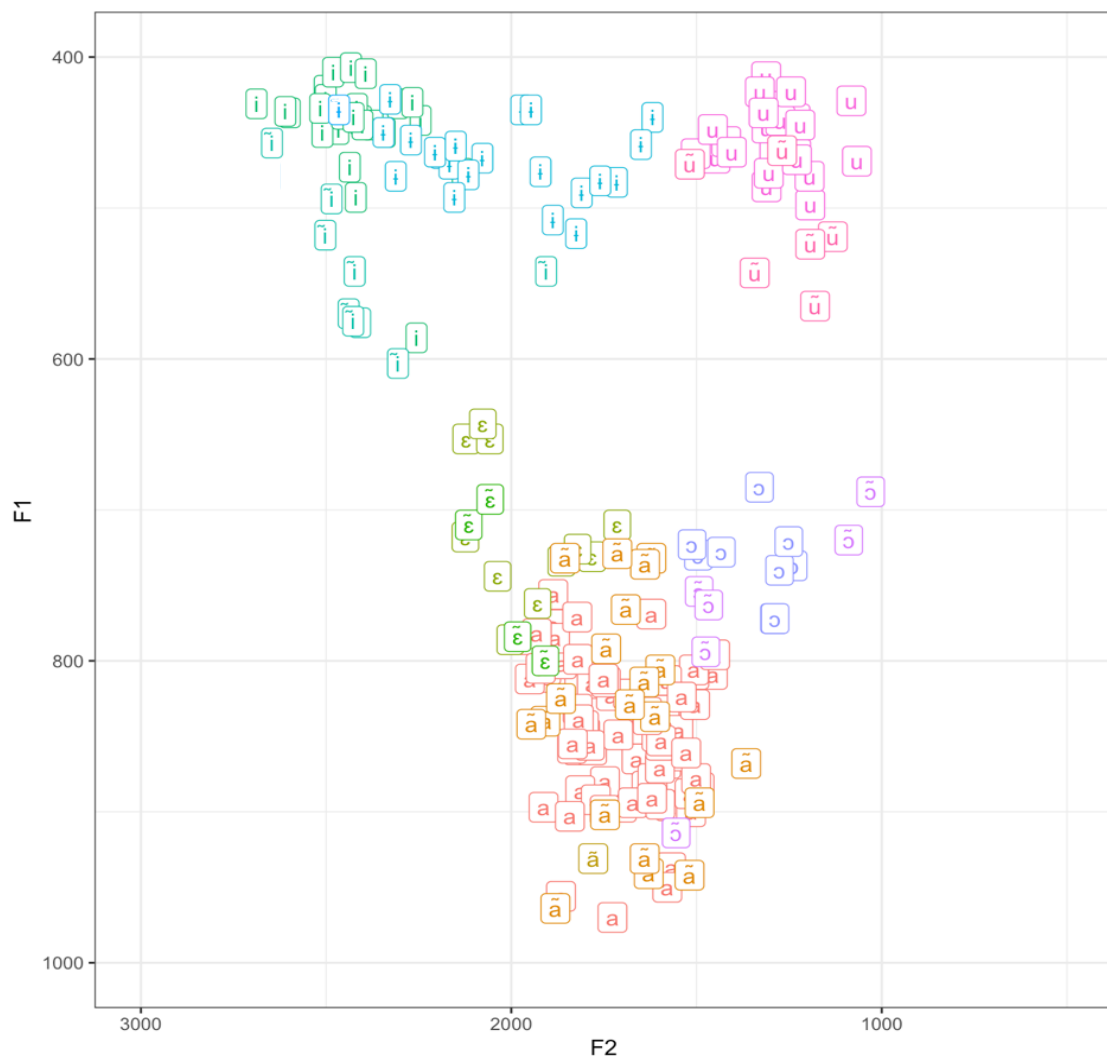
Em relação ao segundo formante, as vogais [ẽ õ] possuem um F2 mais alto do que as orais, indicando que essas vogais são mais anteriores quando nasais. O oposto ocorre nas demais vogais.

²⁰ Ressalta-se que não houve dados suficientes da vogal nasal [ɨ] para realizar comparações e análises.

Acerca do F3, espera-se que haja maiores diferenças, pois a frequência do terceiro formante é mais alta e, conseqüentemente, mais afetada pelo acoplamento das fossas oral e nasal na produção de vogais nasais, o que é conferido em outras línguas (Delvaux, Metens e Soquet, 2002; Sousa, 1994). A partir da tabela, parece haver uma diferença mais relevante no F3 das vogais orais e nasais. As vogais [ã ã ĩ õ] apresentam F3 mais alto do que o de suas contrapartes orais, indicando um maior arredondamento labial, apenas [ũ] possui F3 mais baixo que sua contraparte oral. Delvaux, Metens e Soquet (2002) descrevem que, no Francês, as vogais nasais possuem um maior arredondamento labial.

As diferenças de F1 e F2 entre as vogais orais e nasais podem ser melhor visualizadas no espaço acústico com a dispersão de vogais desta falante (Figura 48).

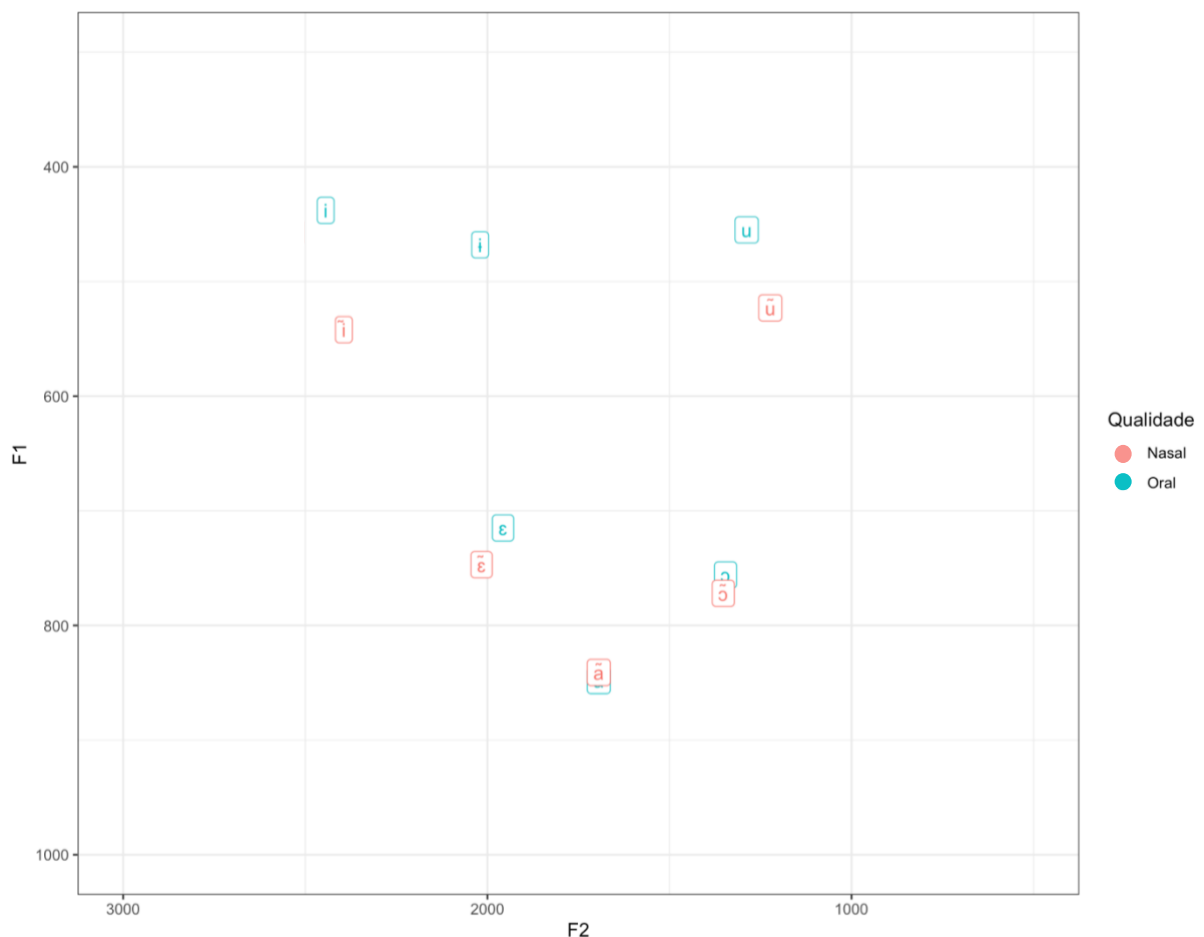
Figura 48 – Espaço acústico da dispersão de vogais tônicas orais e nasais (falante IV)



O espaço acústico é uma ferramenta interessante para visualizar a dispersão de vogais produzidas por um indivíduo. O F1, no eixo y, traduz a altura vocálica pelo inverso do valor do primeiro formante (quanto menor o valor de F1, maior a altura da língua e mandíbula nessa vogal). O F2, no eixo x, traduz o recuo lingual na relação positiva com o valor do segundo formante (quanto maior o valor de F2, mais anterior está a língua nessa vogal). A dispersão de vogais no espaço acústico forma um trapézio que demonstra fatores articulatórios relacionais.

Abaixo, na Figura 49, há o espaço acústico com os valores médios de formantes das vogais orais (em verde) e nasais (em vermelho). O espaço acústico com as médias nos permite visualizar as diferenças entre os segmentos orais e nasais em termos de constituição dos subsistemas mais claramente.

Figura 49 – Espaço acústico das vogais tônicas orais e nasais (falante IV)



A partir desse espaço acústico, pode-se observar que as vogais que possuem valores mais próximos de F1 e F2 se sobrepõem no trapézio, e as que têm diferenças

maiores se distanciam. O quadrilátero tanto de orais, quanto de nasais, segue um padrão semelhante, não havendo maior ou menor espaçamento entre as vogais orais ou entre as vogais nasais, o que demonstra homogeneidade nos subsistemas.

Abaixo, os dados da falante LI.

Tabela 21 – Valores de formantes (F1, F2 e F3) das vogais orais e nasais. Desvio padrão entre parênteses (falante LI)

	Orais			Nasais		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
[a]	933 (41)	1704 (116)	2957 (172)	728 (91)	1572 (219)	2822 (129)
[ɛ]	736 (53)	2262 (71)	3147 (78)	751 (51)	2204 (40)	3140 (152)
[i]	454 (44)	2732 (232)	3410 (207)	493 (16)	2705 (141)	3545 (200)
[ɔ]	763 (36)	1192 (53)	3154 (126)	817 (39)	1293 (49)	2928 (55)
[u]	493 (25)	1006 (90)	3035 (77)	492 (50)	1096 (100)	3079 (325)
[ĩ]	500 (22)	1979 (227)	3089 (79)			

Em relação aos valores de F1 da falante LI, observa-se uma distinção mais acentuada apenas nos valores da vogal oral [a] e de sua contraparte nasal [ã]. Essa variação indica que, na produção nasal, em que o F1 é mais baixo, essa vogal é mais alta (língua e mandíbula mais altas) em relação à produção oral. Outra vogal que apresenta esse comportamento, mesmo que de maneira mais discreta, é [ũ]. As demais vogais nasais dessa falante apresentam F1 mais alto que o de suas contrapartes orais, indicando uma altura mais baixa nessas produções.

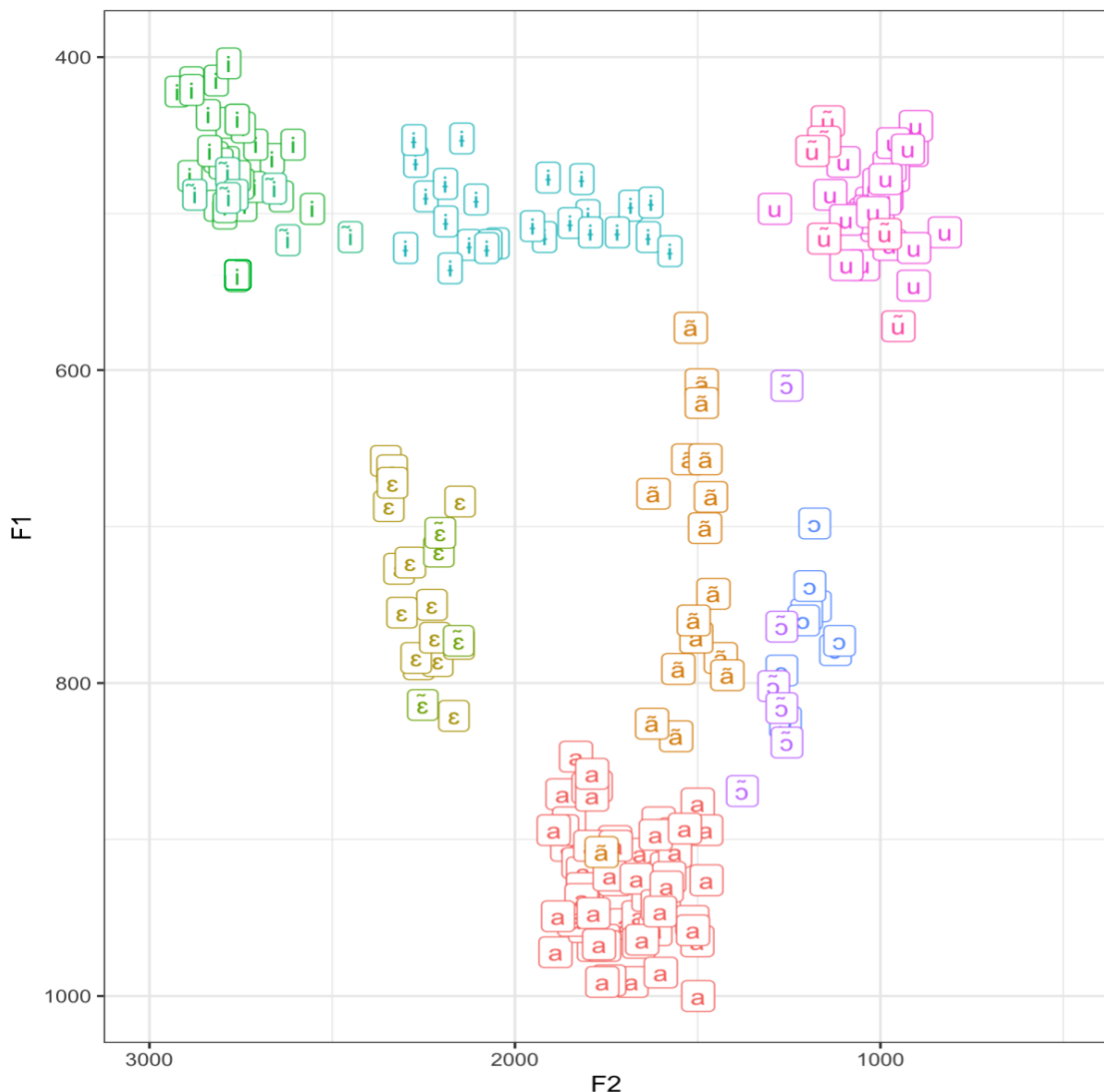
Observando a frequência do segundo formante, [ã ã ĩ] possuem valores de F2 mais baixos na produção nasal, indicando que essas vogais são mais posteriores que suas contrapartes orais. Já as vogais nasais [õ ũ] apresentam segundo formante mais alto que o das orais, indicando maior anteriorização nesses segmentos.

Ademais, o terceiro formante, o qual se espera uma variação maior por se tratar de uma frequência mais alta (Sousa, 1994, Delvaux, Metens e Soquet, 2002), apresentou uma distinção robusta em algumas vogais. Os segmentos nasais altos [ĩ

ũ] contêm F3 mais alto que o das orais, o que constitui vogais mais arredondadas, nas demais vogais ocorreu o oposto, sendo F3 foi mais baixo nas vogais [ã ê õ].

O espaço acústico desta falante demonstra de forma visual as diferenças encontradas no F1 e F2 (Figura 50).

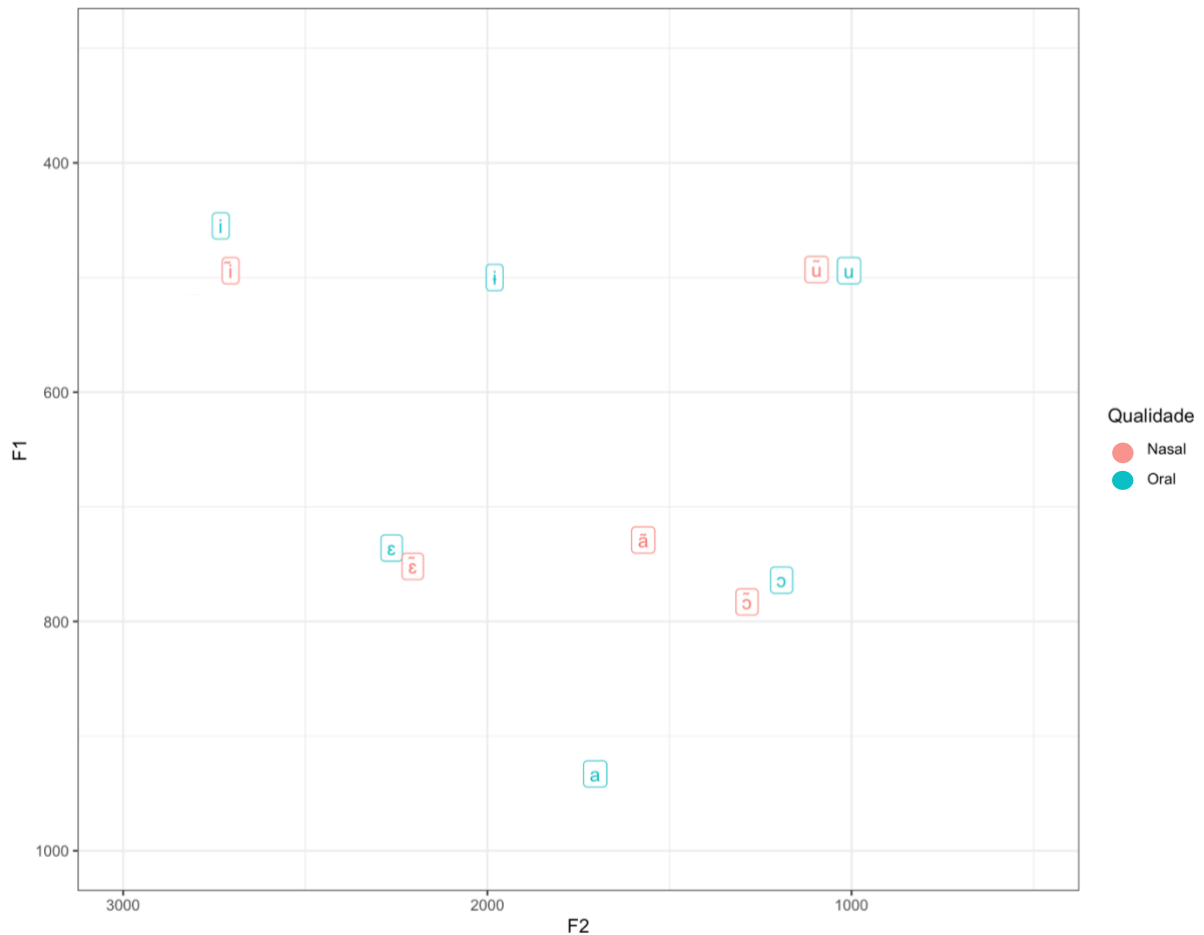
Figura 50 – Espaço acústico da dispersão de vogais tônicas orais e nasais (falante LI)



A dispersão dos dados no espaço acústico demonstra a variação nos valores de frequências de formantes (F1 e F2) nas produções da falante, corroborando o que foi descrito com os dados. Percebe-se que [ã] possui uma alta dispersão de F1, o que demonstra maior variação de altura nas produções desses segmentos, mas se mantém estável na faixa de F2, o que demonstra uma maior estabilidade no eixo sagital da língua na produção dessas vogais.

Abaixo, há o espaço acústico médio das vogais orais e nasais tônicas dessa falante.

Figura 51 – Espaço acústico das vogais tônicas orais e nasais (falante LI)



A partir do espaço acústico das médias das vogais nasais e orais, visualizamos algumas dessemelhanças na constituição do trapézio de vogais nasais e orais, principalmente nas vogais [ã] e [a], que apresentam uma diferença relevante concernente ao F1. Essas constatações ratificam o exposto na Tabela 21 e podem ser visualizadas também no espaço acústico de dispersão das vogais na Figura 50.

Percebe-se, ainda, que o espaço acústico das vogais nasais compõe um quadrilátero, o que exprime subsistemas diferenciados entre as vogais orais e vogais nasais tônicas dessa falante.

Abaixo, os valores da terceira e última falante.

Tabela 22 – Valores de formantes (F1, F2 e F3) das vogais orais e nasais. Desvio padrão entre parênteses (falante JA)

	Orais			Nasais		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
[a]	835 (36)	1509 (119)	2616 (127)	725 (48)	1474 (89)	2786 (128)
[ɛ]	566 (12)	2072 (59)	2760 (117)	620 (31)	2091 (26)	2989 (86)
[i]	445 (20)	2408 (42)	3192 (195)	536 (81)	2539 (42)	3419 (221)
[ɔ]	655 (15)	1088 (47)	2766 (121)	631 (22)	1099 (49)	2397 (75)
[u]	475 (20)	1034 (81)	2830 (111)	495 (21)	1132 (124)	2510 (111)
[ĩ]	472 (24)	1807 (165)	2825 (283)			

Acerca da tabela acima, os valores das frequências de formantes demonstram que o F1 médio das vogais [ã õ] é mais baixo, indicando que essas vogais seriam mais altas que suas contrapartes orais; enquanto [ẽ ĩ ũ] possuem F1 médio mais alto que as orais, sugerindo que são vogais mais baixas quando nasais.

Analisando os valores dos segundos formantes, as vogais [ẽ ĩ ũ] possuem F2 mais alto que as orais, o que indica que essas vogais são mais anteriores.

Os valores médios do terceiro formantes foram os que apresentaram mais diferenças nas produções das vogais nasais e de suas contrapartes orais. Percebe-se que todas as vogais apresentaram diferenças aparentemente relevantes no F3 das produções nasais e orais, sendo o F3 mais alto nas nasais [ã ẽ ĩ] do que o de suas contrapartes orais, sugerindo vogais nasais menos arredondadas, e mais baixo nas vogais [õ ũ] em relação às contrapartes orais, sugerindo vogais nasais mais arredondadas.

Abaixo, é exposto o espaço acústico de dispersão de vogais da falante JA, em que as variações nos valores de F1 e F2 dos segmentos nasais e orais é mais evidente.

Figura 52 – Espaço acústico da dispersão de vogais tônicas orais e nasais (falante JA)

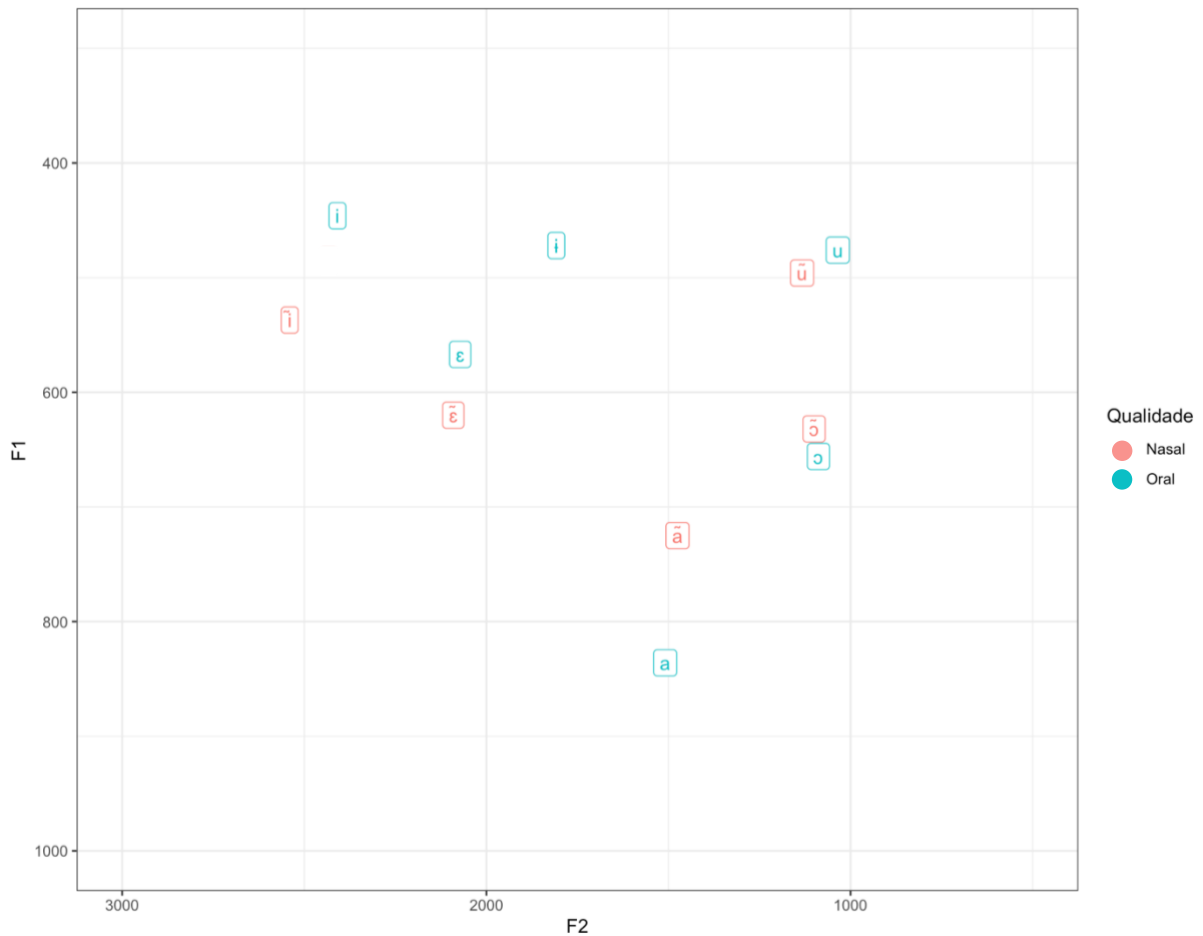


O espaço acústico demonstra a dispersão vocálica da falante JA. Percebe-se que a dispersão da vogal [ã] se situa em um espaço mais alto (com F1 mais baixo) no eixo y, em relação à dispersão da vogal [a], o que sugere diferenças na altura das produções dessas vogais. Já, em relação à vogal [ẽ], sua posição é mais baixa no eixo y (ou seja, possui F1 mais alto), em relação à [ε], sugerindo que, quando nasal, essa vogal é produzida com a língua e mandíbula mais baixas.

É possível visualizar semelhanças entre F1, no eixo x, e no F2, eixo y, em dados que se sobrepõem, e diferenças nos dados que se distanciam.

Na Figura 53, tem-se o espaço acústico com as médias das vogais tônicas orais e nasais da falante.

Figura 53 – Espaço acústico das vogais tônicas orais e nasais (falante JA)



O espaço acústico das médias de vogais orais e nasais reitera as observações realizadas acerca das diferenças de F1 e F2 das vogais orais e nasais, tanto na Tabela 22, quanto na Figura 52, de dispersão.

Diferenças estatísticas

As análises de frequências de formantes realizadas até aqui foram baseadas nos valores brutos médios das ressonâncias de vogais tônicas orais e nasais. A partir desses valores, pudemos sugerir que há vogais com diferenças mais acentuadas entre as qualidades oral e nasal, e outras em que essa diferença parece não ser

relevante. Quando se trata de vogais nasais, é comum haver deslocamento de formantes orais, causado pela inserção de formantes nasais resultantes do fluxo de ar pela cavidade nasal que ocorre na produção desses segmentos. Portanto, espera-se haver algumas diferenças nos valores de frequências de formantes orais das vogais orais e nasais, em consonância com estudos de outras línguas que fazem esse registro.

Uma de nossas hipóteses era que a frequência dos formantes orais entre vogais orais e nasais seria significativamente distinta, por conta desse deslocamento nos formantes orais das vogais nasais, em relação a suas posições “originais” nas vogais orais; já que os formantes nasais podem “afastar” os formantes orais de suas posições de origem. Dados de línguas como do Francês (Delvaux, Metens e Soquet, 2002) e da língua indígena Shipibo-Conibo (Elías-Ulloa, 2010) registram diferenças nos formantes das vogais orais e nasais. Sousa (1994) menciona que o F3 das vogais nasais é bastante afetado por se tratar de uma frequência de ressonância bastante alta. Para avaliar tal hipótese, comparamos os valores de F1, F2 e F3 entre as vogais nasais, em sua fase nasal, e as vogais orais, aplicando testes estatísticos (teste t e teste de Wilcoxon) para contrastar os dados e verificar se havia diferença significativa nas frequências de formantes.

Abaixo, iremos apresentar as tabelas de valores dos primeiros, segundos e terceiros formantes e o valor de p de cada falante individualmente. Os dados que resultaram em diferença significativa ($p < 0,05$) estão em vermelho.

Iniciamos com os valores do primeiro formante da falante IV e, na sequência, das demais falantes.

Tabela 23 – Média de valores de F1 das vogais orais e nasais e valores de p.
Valores de desvio padrão entre parênteses (falante IV)

Vogal	F1 da vogal oral	F1 da vogal nasal	Valor p
[a]	848 (45)	841 (76)	0.6867
[ɛ]	715 (47)	747 (53)	0.3347
[i]	438 (37)	542 (46)	3.82e-05
[ɔ]	756 (69)	772 (79)	0.7681
[u]	455 (21)	523 (38)	0.01391

Percebe-se que os valores que demonstram diferenças acentuadas na média de F1, já mencionados acima, são os que possuem diferenças significativas, sendo entre as vogais [i] x [ĩ] e [u] x [ũ]. Nas Figuras 48 e 49, apresentadas anteriormente, visualizamos essas diferenças no espaço acústico.

A seguir, os dados estatísticos de F1 da falante LI.

Tabela 24 – Média de valores de F1 das vogais orais e nasais e valores de p.
Valores de desvio padrão entre parênteses (falante LI)

Vogal	F1 da vogal oral	F1 da vogal nasal	Valor p
[a]	934 (41)	729 (91)	5.027e-08
[ɛ]	736 (53)	752 (51)	0.6186
[i]	455 (44)	494 (16)	0.0006069
[ɔ]	764 (36)	818 (39)	0.6356
[u]	494 (25)	493 (50)	0.9385

Os dados de frequência do primeiro formante da falante LI foram significativamente diferentes entre vogais [a] x [ã], que demonstraram diferenças acentuadas nos valores, e [i] x [ĩ], que possuem valores próximos à primeira vista, mas os testes estatísticos revelaram se tratar de diferenças significativas.

Na sequência, dados de F1 da falante JA.

Tabela 25 – Média de valores de F1 das vogais orais e nasais e valores de p.
Valores de desvio padrão entre parênteses (falante JA)

Vogal	F1 da vogal oral	F1 da vogal nasal	Valor p
[a]	836 (36)	725 (48)	1.526e-08
[ɛ]	567 (12)	620 (31)	0.03525
[i]	446 (20)	537 (81)	0.0002437
[ɔ]	656 (15)	632 (22)	0.1237
[u]	476 (20)	496 (21)	0.1563

A amostra de JA demonstrou diferença significativa no F1 entre as vogais [a] x [ã], [ɛ] x [ẽ] e [i] x [ĩ]. Sendo a amostra com a maior quantidade de vogais com valores

significativamente distintos de F1 entre orais e nasais. No espaço acústico dessa falante, disposto na Figura 56, visualiza-se de forma nítida essas diferenças de F1.

A única vogal que apresentou diferença significativa na frequência da primeira ressonância entre a vogal oral e a nasal em toda a amostra foi [i]. Para todas as falantes [ĩ] possui F1 mais alto, o que indica que essa vogal quando nasal seria mais baixa do que quando oral, o que também pode ser verificado nas imagens dos espaços acústicos dessas falantes. Desse modo, pelos resultados expostos, parece que a vogal [i] é a que tem o primeiro formante mais afetado pela presença de nasalidade. Essa característica da vogal alta anterior foi percebida também na Twi falada em Gana, segundo Adu Manyah (2011).

A característica de [ĩ] nasal possuir altura lingual mandibular mais baixa que a vogal oral [i] advém do fato dessa vogal oral ser alta e isso dificultar o abaixamento do véu palatino na produção nasal, dessa forma, a vogal [ĩ], quando nasal, demanda o abaixamento da língua e mandíbula para permitir que o abaixamento do véu palatino se concretize de modo a permitir a passagem de ar pela fossa nasal.

Apesar de haver diferença significativa em alguns dados, isso não confirma a hipótese proposta. Pode-se dizer que, na maioria dos casos, foi estatisticamente demonstrando que há semelhança entre as primeiras ressonâncias independente da vogal ser oral ou nasal. Percebe-se, ainda, não haver um padrão nas vogais com diferença significativa de F1, pois isso varia para cada falante, com exceção de [i] e [ĩ].

Na sequência, os valores da segunda frequência oral (F2) das vogais orais e nasais de cada falante, separadamente, e os valores de p, iniciando com a falante IV.

Tabela 26 – Média de valores de F2 das vogais orais e nasais e valores de p.

Valores de desvio padrão entre parênteses (falante IV)

Vogal	F2 da vogal oral	F2 da vogal nasal	Valor p
[a]	1694 (140)	1694 (146)	0.757
[ɛ]	1957 (143)	2016 (90)	0.3747
[i]	2444 (124)	2394 (204)	0.6891
[ɔ]	1346 (106)	1352 (229)	0.7756
[u]	1288 (109)	1223 (83)	0.8108

Os valores de F2 da falante IV não apresentaram diferenças significativas entre quaisquer vogais orais e nasais.

A seguir, os valores de F2 da falante LI.

Tabela 27 – Média de valores de F2 das vogais orais e nasais e valores de p.
Valores de desvio padrão entre parênteses (falante LI)

Vogal	F2 da vogal oral	F2 da vogal nasal	Valor p
[a]	1704 (116)	1572 (219)	1.792e-05
[ɛ]	2263 (71)	2205 (40)	0.06145
[i]	2732 (232)	2705 (141)	0.362
[ɔ]	1192 (53)	1293 (49)	0.01092
[u]	1007 (90)	1096 (100)	0.0902

Nos dados da falante LI, duas vogais apresentaram diferenças significativas entre suas produções nasais e orais, sendo elas [a] x [ã] e [ɔ] x [õ].

Em seguida, os dados de F2 da falante JA.

Tabela 28 – Média de valores de F2 das vogais orais e nasais e valores de p.
Valores de desvio padrão entre parênteses (falante JA)

Vogal	F2 da vogal oral	F2 da vogal nasal	Valor p
[a]	1509 (119)	1475 (89)	0.2176
[ɛ]	2072 (59)	2091 (26)	0.5841
[i]	2409 (74)	2540 (42)	5.58e-05
[ɔ]	1088 (47)	1100 (49)	0.6382
[u]	1035 (81)	1133 (124)	0.2122

A única vogal da falante acima que apresentou diferença significativa no F2 foi entre [i] oral e [ĩ] nasal, em que a nasal possui média mais alta de F2, indicando uma anterioridade dessa vogal em relação à oral.

Todas as vogais que possuem diferenças no segundo formante podem ser melhor visualizadas nos espaços acústicos dessas falantes (Figuras 48, 49, 50, 51,

52 e 53), em que as vogais com diferenças significativas tendem a distanciarem-se no trapézio.

Em relação aos valores de segundo formante oral (F2), a hipótese também não se confirmou. Apesar de haver diferenças, ainda menos vogais demonstraram ter diferença significativa entre as qualidades nasal e oral. Parece que a nasalidade no Guarani-Mbyá não afeta, de fato, o F2 das vogais tônicas nessa língua.

Nosso *corpus* limitado não permitiu lançar mão de dados estatísticos entre as vogais [i] e [ĩ], devido ao baixo número de dados.

Em línguas como o Francês (Delvaux, Metens e Soquet, 2002), o F2 de todas as vogais nasais apresenta abaixamento em comparação às orais. Já na língua peruana Shipibo-Conibo (Elías-Ulloa, 2010) não houve diferença no F2 das vogais nasais em relação às orais, ao contrário das medidas de F1. No PB (Sousa, 1994) há diferença significativa do F2 de algumas vogais, mas não todas. Com isso, sublinha-se que a literatura demonstra não haver um padrão universal para variações no segundo formante a depender da qualidade nasal ou oral.

Os dados do Mbyá sugerem que, nessa língua, o F2 não é, de fato, afetado pela nasalidade e que não há diferenças no recuo/avanço lingual entre produções vocálicas orais e nasais, pois as vogais com diferenças significativas são poucas.

Abaixo, os valores comparativos de F3, começando com os dados da falante IV.

Tabela 29 – Média de valores de F3 das vogais tônicas orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante IV)

Vogal	F3 da vogal oral	F3 da vogal nasal	Valor p
[a]	2621 (145)	2881 (283)	0.0004797
[ɛ]	2834 (134)	3058 (128)	0.02772
[i]	3083 (185)	3295 (140)	0.001826
[ɔ]	2627 (150)	2697 (366)	0.6731
[u]	2704 (72)	2468 (61)	0.0001697

O terceiro formante das vogais da falante IV foi o que mais demonstrou haver diferenças significativas entre os valores de vogais orais e nasais. Todas as vogais nasais, com exceção de [õ], possuem diferença significativa no F3, em comparação

às suas contrapartes orais. Isso demonstra que a nasalidade afeta mais as altas frequências nas produções dessa falante.

A seguir, a tabela com dados de F3 da falante LI.

Tabela 30 – Média de valores de F3 das vogais tônicas orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante LI)

Vogal	F3 da vogal oral	F3 da vogal nasal	Valor p
[a]	2957 (172)	2822 (129)	1.114e-05
[ɛ]	3147 (78)	3140 (152)	0.6526
[i]	3410 (207)	3545 (200)	0.0993
[ɔ]	3154 (126)	2928 (55)	0.003996
[u]	3035 (77)	3079 (325)	0.1023

Nos dados da falante LI, três vogais nasais demonstraram possuir diferença significativa nos valores do terceiro formante em relação às orais, sendo elas: [ã], [ĩ] e [õ].

Por fim, os dados de F3 da falante JA.

Tabela 31 – Média de valores de F3 das vogais tônicas orais e nasais e valores de p. Valores de desvio padrão entre parênteses (falante JA)

Vogal	F3 da vogal oral	F3 da vogal nasal	Valor p
[a]	2616 (127)	1474 (89)	5.79e-05
[ɛ]	2760 (117)	2091 (26)	0.02178
[i]	3192 (195)	2539 (42)	0.05482
[ɔ]	2766 (121)	1099 (49)	5.03e-05
[u]	2830 (111)	1132 (124)	0.002087

Os dados acima demonstram que, para a falante JA, todas as vogais nasais têm diferença significativa nos valores de F3 comparando com as vogais orais, com exceção somente da vogal [ĩ].

O terceiro formante das vogais foi a frequência de ressonância mais afetada pela nasalização em nossa amostra, pois é a ressonância que mais obteve diferenças

significativas nas comparações entre vogais orais e nasais. Portanto, parece que as frequências mais altas são mais afetadas pela nasalização no Guaraní-Mbyá, como descreve Sousa (1994) para o PB, sendo um aspecto que difere vogais nasais de orais.

Conclusões

a. Os dados do Mbyá-Guarani revelam não haver um padrão para as diferenças entre formantes afetados pela nasalização vocálica nessa língua. Nossa hipótese era de que os formantes das vogais orais e nasais seriam divergentes, devido ao deslocamento de formantes orais causado por formantes nasais advindos da nasalização. No entanto, essa hipótese não foi comprovada, pois dentre as vogais, poucas apresentaram diferença significativa em comparações de formantes.

b. Os valores de F3 foram os que se revelaram mais afetados pela nasalização e demonstraram diferença significativa entre nasais e orais de um grande grupo de vogais, todavia, ainda assim, não foram todas as vogais afetadas, desse modo, pode-se dizer que nossa hipótese se confirma *parcialmente* para as frequências de F3.

c. Com base nos espaços acústicos, percebe-se também que não houve grandes diferenças na relação entre as vogais orais e nasais nos subsistemas vocálicos, os trapézios permanecem com configurações semelhantes seja para o sistema de vogais orais, seja para o de vogais nasais. Esse aspecto evidencia que a articulação dos segmentos vocálicos orais e nasais não se modifica de forma significativa, a fim de distanciar essas vogais no espaço acústico, de modo a diferenciá-las mais expressivamente.

d. O fato de muitas vogais nasais não terem apresentado diferenças significativas nas medidas de formantes em comparação às orais nos leva à interpretação de que, nessa língua, o a presença de fase de apêndice nasal duração pode ser o fator mais relevante na percepção do contraste oral x nasal nas vogais tônicas do que as frequências de formantes de fato, pois todas as nasais são significativamente mais longas que suas contrapartes orais. Assim, a presença de apêndice nasal demonstrou implicar a duração elevada das vogais nasais e também ser um fator crucial para a oposição das vogais orais e nasais. Isso, em combinação com o espraio de nasalidade com longo domínio, podem ser associados a percepção da nasalidade contrastiva nessa língua. As medidas aqui expostas

demonstraram quais propriedades acústicas das vogais tônicas nasais mais divergem das contrapartes orais na produção das falantes de Guaraní-Mbyá.

5.1. Frequência de formantes das vogais pré-tônicas x tônicas

Neste trabalho buscamos também caracterizar as vogais tônicas em comparação com as vogais pré-tônicas, objetivando descrever as vogais nessas duas posições acentuais e compreender suas diferenças. O Guarani possui uma nasalidade subjacente intimamente relacionada à posição tônica, que para alguns autores é apenas coincidência (Costa, 2007) e para outros ocorre a partir de uma relação intrínseca (Guedes, 1984) e até histórica (Rodrigues e Cabral, 2011). De modo distinto das vogais tônicas, que possuem nasalidade subjacente, as vogais pré-tônicas são nasalizadas por meio de um processo de espraçamento de nasalidade. Portanto, a configuração formântica dos segmentos em contextoônico contrastada com a dos mesmos segmentos em contexto átono (pré-tônico) pode demonstrar diferenças nessas vogais e contribuir nessa discussão.

A partir dos valores de frequência de ressonância, investigamos se haveria diferenças ou aproximações na produção desses segmentos vocálicos em contextoônico e pré-tônico.

Iniciamos apresentando os valores de ressonância apenas das vogais pré-tônicas e o espaço acústico desses segmentos. Após, analisaremos os valores de p gerados nos testes estatísticos de comparações entre as vogais tônicas e pré-tônicas, bem como os espaços acústicos que demonstram a distribuição dos segmentos nesses contextos.

Tabela 32 – Formantes (F1, F2 e F3) das vogais pré-tônicas (falante IV)

	Orais			Nasalizadas		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
[a]	809 (64)	1789 (141)	2715 (159)	831 (91)	1828 (106)	2998 (289)
[ɛ]	641 (34)	2118 (109)	2945 (94)	681 (37)	2057 (106)	2816 (109)
[e]	507 (7)	2227 (11)	3123 (49)			
[i]	420 (26)	2430 (105)	3127 (208)	484 (54)	2430 (128)	3208 (227)
[ɔ]	630 (28)	1313 (125)	2735 (272)	650 (38)	1487 (115)	2345 (60)

	Orais			Nasalizadas		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
[o]				526 (26)	1371 (117)	2450 (159)
[u]	450 (52)	1338 (169)	2650 (82)	549 (62)	1320 (136)	2573 (165)
[ĩ]	438 (40)	2089 (155)	2768 (72)	572 (29)	2135 (27)	2849 (100)

Observa-se que o F1 das vogais pré-tônicas nasalizadas é sempre mais alto que o das orais, o que sugere que as vogais nasalizadas são produzidas de modo mais baixo que as orais nesse contexto. Acerca do F2, as vogais [ã], [õ], [ĩ] possuem o segundo formante mais alto que o das orais, indicando que essas vogais são mais anteriores quando nasais. A vogal [ĩ] possui F2 igual ao de sua contraparte oral. As vogais [ẽ] e [ũ] possuem F2 médio mais baixo que o das orais, o que indica que essas vogais são mais posteriores que as orais.

O espaço acústico das vogais pré-tônicas demonstra a dispersão vocálica das produções dessa falante, verifica-se as diferenças de F1 e F2 descritas acima.

Figura 54 – Espaço acústico das vogais pré-tônicas (falante IV)



Para comparar os valores de frequência de ressonância de vogais tônicas e pré-tônicas, lançamos mão de testes estatísticos que confirmam se há, ou não, diferença significativa entre esses valores. Reafirma-se que não houve dados suficientes da vogal nasal tônica /ĩ/ para realizar estatísticas com esse segmento.

Os valores de $p < 0,05$ atestam diferença significativa e estão em vermelho.

Tabela 33 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre os formantes das vogais tônicas e pré-tônicas (falante IV)

Vogal	Vogais orais			Vogais nasais		
	F1 tônica x F1 pré- tônica	F2 tônica x F2 pré- tônica	F3 tônica x F3 pré- tônica	F1 tônica x F1 pré- tônica	F2 tônica x F2 pré- tônica	F3 tônica x F3 pré- tônica
/a/	0.0002501	0.0003107	0.000679	0.8548	0.001275	0.1434

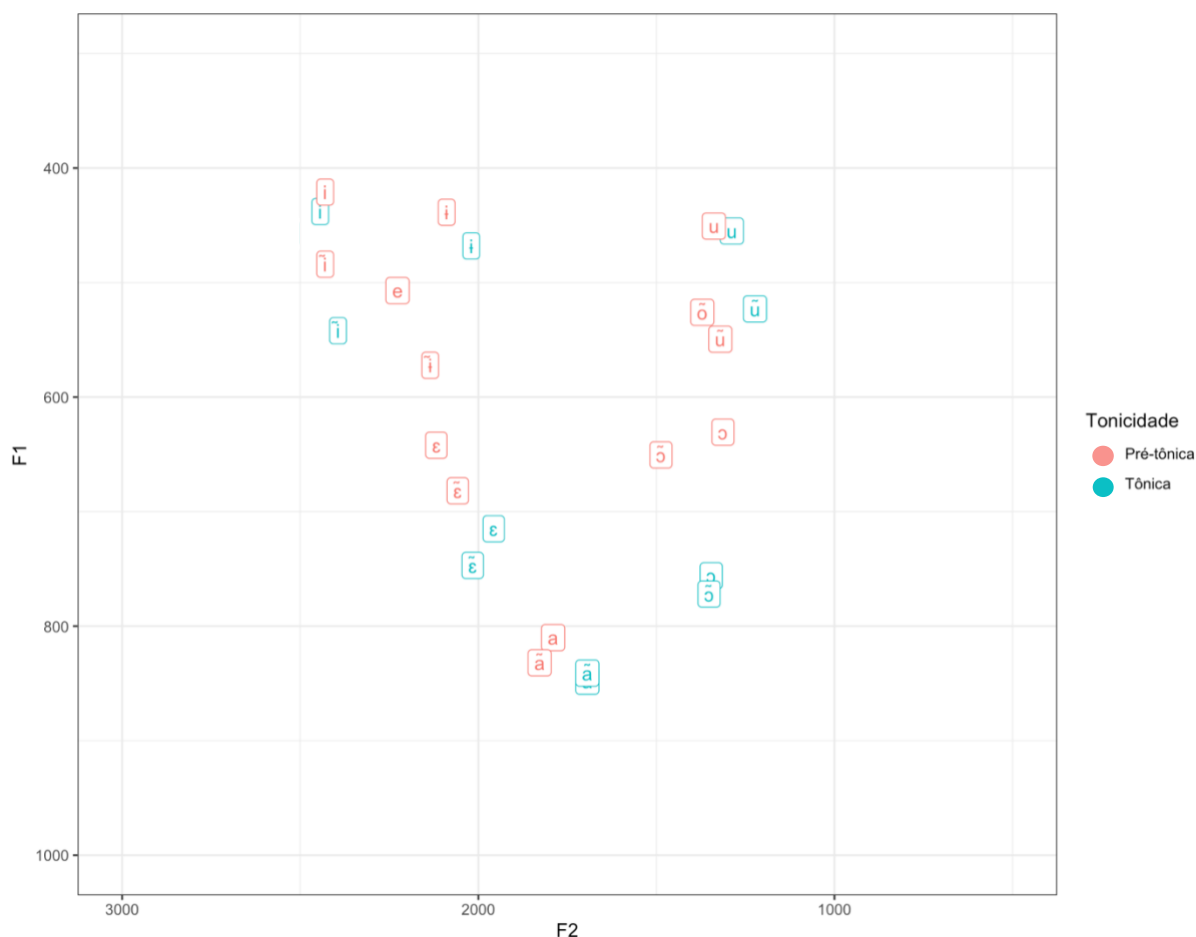
Vogal	Vogais orais			Vogais nasais		
	F1 tônica x F1 pré- tônica	F2 tônica x F2 pré- tônica	F3 tônica x F3 pré- tônica	F1 tônica x F1 pré- tônica	F2 tônica x F2 pré- tônica	F3 tônica x F3 pré- tônica
/ɛ/	0.0002157	0.00323	0.01258	0.08802	0.5223	0.02226
/i/	0.09872	0.7055	0.6995	0.009992	0.8741	0.2444
/ɔ/	4.222e-08	0.4438	0.282	0.0007758	0.9372	0.1251
/u/	0.7736	0.2792	0.03394	0.2735	0.5636	0.1775
/ĩ/	0.01178	0.2758	0.4357			

Nos dados da falante IV, algumas vogais possuem diferença significativa entre os formantes das vogais tônicas e pré-tônicas, no entanto, não há uma homogeneidade nos dados que apresentam tal diferença.

Acerca das vogais orais, todas as frequências de formantes das vogais /a/ e /ɛ/ demonstram diferença significativa entre as produções em posição tônica e pré-tônica. Nas demais vogais, /ɔ/ e /i/ apresentam diferença significativa somente no F1 entre as produções em contextoônico e pré-tônico, e /u/ apresenta diferença significativa apenas no F3.

Em relação às vogais nasais tônicas e nasalizadas pré-tônicas, apenas as diferenças significativas entre as posições acentuais ocorrem apenas em /ĩ/ e /õ/ (no F1), /ã/ (no F2) e /ẽ/ (no F3). Esperávamos que mais vogais nasais pudessem apresentar diferença significativa, devido ao fato de a nasalidade ser subjacente e contrastiva em vogais tônicas, diferentemente das vogais nasalizadas pré-tônicas, em que a nasalidade é fruto de espraçamento e não contrastiva.

No espaço acústica abaixo (Figura 55), pode-se visualizar a dispersão das vogais tônicas e pré-tônicas em relação aos seus valores de F1 e F2 médios. A partir desta imagem, pode-se verificar que os dados pré-tônicos que possuem diferença significativa são os que mais se afastam de suas contrapartes tônicas.

Figura 55 – Espaço acústico das vogais tônicas e pré-tônicas (falante IV)

Na sequência, os dados da falante LI.

Tabela 34 – Formantes (F1, F2 e F3) das vogais pré-tônicas (falante LI)

	Orais			Nasais		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
[a]	895 (50)	1753 (110)	2991 (149)	804 (78)	1585 (87)	2872 (105)
[ɛ]	626 (31)	2297 (71)	3157 (85)	629 (34)	2298 (56)	3057 (98)
[i]	400 (32)	2742 (74)	3344 (151)	441 (35)	2771 (117)	3737 (178)
[ɔ]	679 (46)	1171 (72)	3000 (88)	642 ²¹	1431	2962
[o]				536 (11)	1305 (80)	3006 (36)

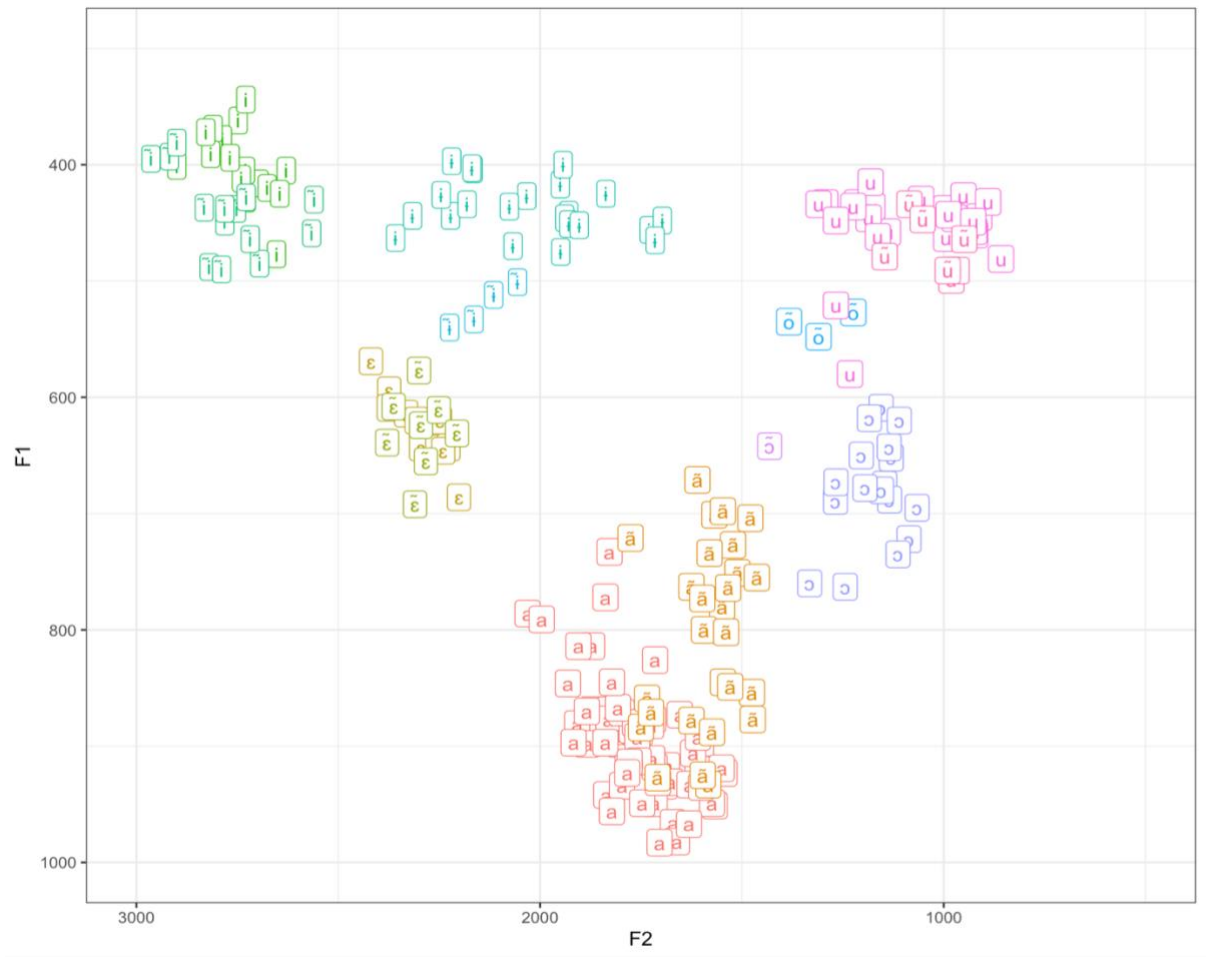
²¹ Houve apenas um dado, portanto não há desvio padrão.

	Orais			Nasais		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
[u]	453 (34)	1080 (148)	3053 (70)	472 (24)	1024 (72)	3097 (76)
[ĩ]	437 (22)	2026 (192)	3054 (75)	521 (18)	2139 (71)	3040 (18)

Acerca do F1, observa-se que as vogais [ẽ], [ĩ], [ũ] e [i] possuem valores mais altos na frequência do primeiro formante, o que indica que essas vogais são mais baixas que as orais. As outras vogais demonstraram comportamento contrário. No F2, [ẽ], [ĩ] e [i] possuem valores mais altos que as orais, indicando que são vogais mais anteriores quando nasalizadas. As demais demonstraram F2 mais baixo, sendo vogais mais posteriores quando nasalizadas. Em relação ao F3, [ã], [ẽ], [õ] e [i] possuem valores mais baixos quando nasalizadas, demonstrando serem mais arredondadas em relação às orais, o oposto das demais vogais.

No espaço acústico (Figura 56) é possível visualizar a dispersão de vogais pré-tônicas. Percebe-se algumas relações descritas acerca das frequências de formantes F1 e F2, por exemplo, [ã] nasalizado em média possui o F1 mais baixo que [a], e na imagem pode-se visualizar que o conjunto de [ã] nasalizado está acima do conjunto de [a] oral no eixo y, o que sugere, que o conjunto [ã] é produzido com a altura lingual mandibular mais alta.

Figura 56 – Espaço acústico das vogais pré-tônicas (falante LI)



Na sequência, estão os dados estatísticos que lançam luz sobre as diferenças formânticas entre as vogais tônicas e pré-tônicas.

Tabela 35 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre os formantes das vogais tônicas e pré-tônicas (falante LI)

Vogal	Vogais orais			Vogais nasais		
	F1 tônica x F1 pré- tônica	F2 tônica x F2 pré- tônica	F3 tônica x F3 pré- tônica	F1 tônica x F1 pré- tônica	F2 tônica x F2 pré- tônica	F3 tônica x F3 pré- tônica
/a/	0.0002501	0.0003107	0.0009097	0.8548	0.001275	0.0848
/ɛ/	0.0002157	0.00323	0.8153	0.08802	0.5223	0.4606
/i/	0.09872	0.7055	0.06335	0.009992	0.8741	0.05562
/ɔ/	4.222e-08	0.4438	0.006484	0.0007758	0.9372	0.1111

Vogais orais				Vogais nasais		
Vogal	F1 tônica x F1 pré- tônica	F2 tônica x F2 pré- tônica	F3 tônica x F3 pré- tônica	F1 tônica x F1 pré- tônica	F2 tônica x F2 pré- tônica	F3 tônica x F3 pré- tônica
/u/	0.7736	0.2792	0.475	0.2735	0.5636	0.07343
/i/	0.01178	0.2758	0.03043			

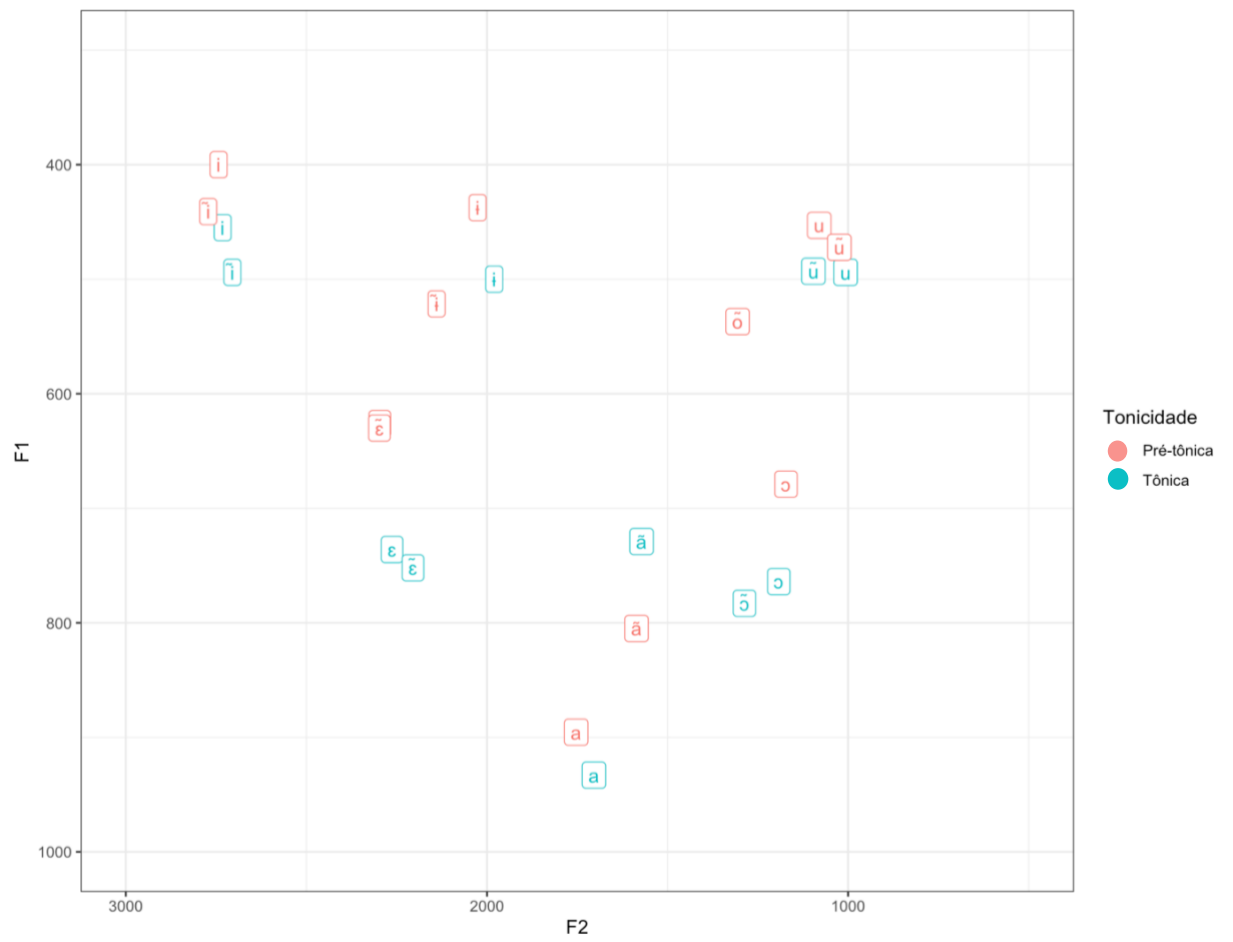
Como nos dados da falante anterior, não parece haver uma sistematização acerca das vogais tônicas que são significativamente distintas das vogais pré-tônicas.

Considerando as vogais orais, somente /a/ possui diferença significativa em todos os formantes entre a posição tônica e pré-tônica, dado que ocorre também para a falante IV. A vogal /ɛ/ demonstrou diferença significativa no F1 e no F2, entre os contextos acentuais, e as vogais /ɔ/ e /i/ demonstram diferença significativa entre F1 e F3.

Os dados das vogais nasais e nasalizadas demonstram que discrepâncias significativas no F1 ocorrem apenas entre as vogais /ĩ/ e /õ/ tônicas e pré-tônicas. Já no F2 as diferenças significativas ocorrem apenas entre /ã/ e /õ/ tônicos e pré-tônicos e, no F3, nenhum dado apresenta tal diferença. Como já mencionado, esperávamos que variações na frequência de formantes entre vogais tônicas nasais e pré-tônicas nasalizadas fossem mais relevantes.

A Figura 57 apresenta o espaço acústico dessa falante e demonstra aproximações e distanciamentos entre os segmentos vocálicos tônicos e pré-tônicos em seus subsistemas.

Figura 57 – Espaço acústico das vogais tônicas e pré-tônicas (falante LI)



Abaixo, os dados da falante JA.

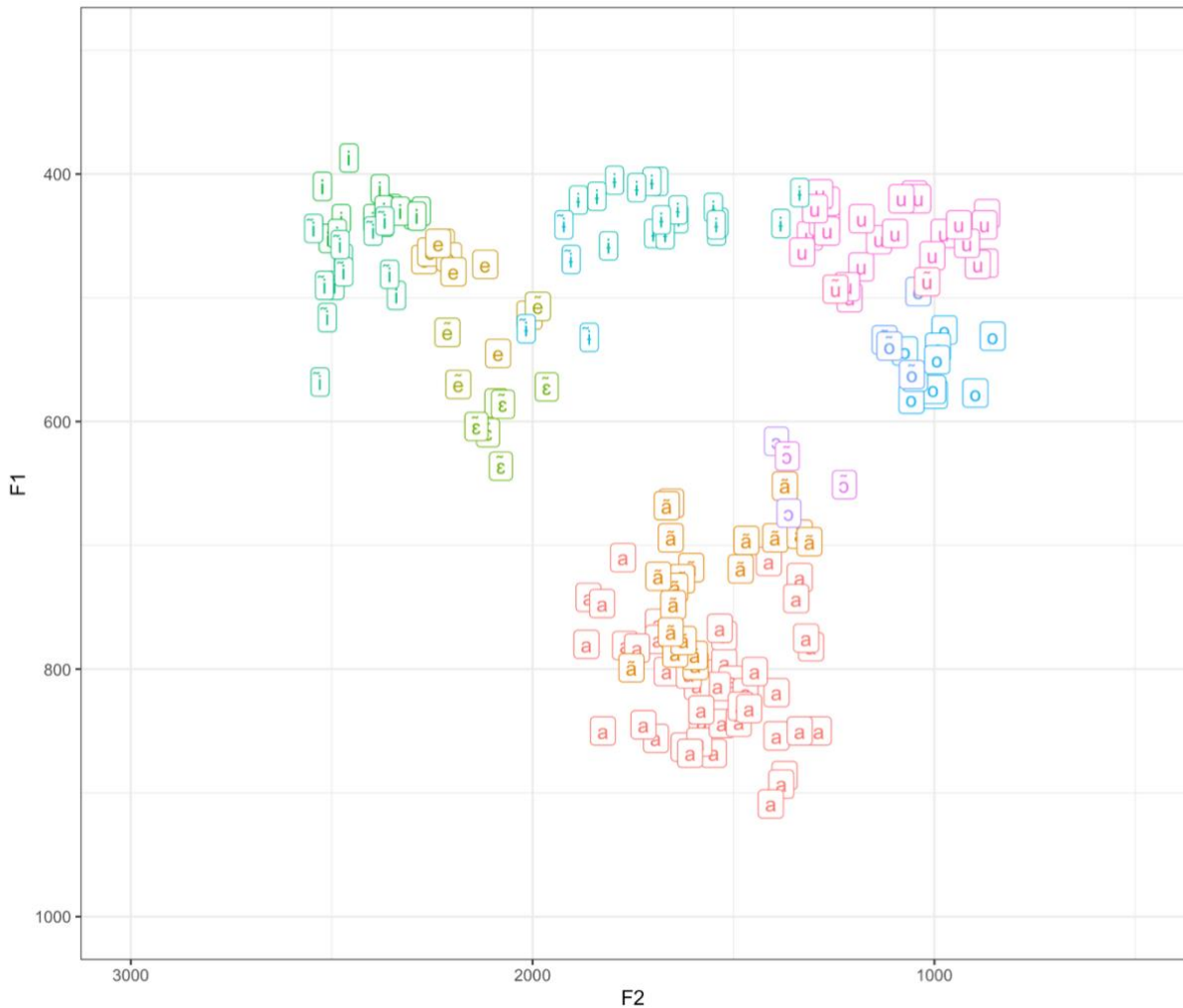
Tabela 36 – Formantes (F1, F2 e F3) das vogais pré-tônicas (falante JA)

	Orais			Nasais		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
[a]	811 (48)	1550 (160)	2632 (152)	727 (46)	1571 (129)	2823 (123)
[ɛ]				598 (23)	2076 (60)	2917 (49)
[e]	480 (30)	2178 (88)	2900 (49)	535 (32)	2128 (123)	2916 (71)
[i]	429 (16)	2392 (81)	3065 (160)	481 (36)	2456 (72)	3307 (246)
[ɔ]	645 (41)	1377 (21)	2683 (14)	640 (16)	1295 (100)	2835 (192)

	Orais			Nasais		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
[o]	556 (21)	989 (68)	2949 (98)	532 (28)	1083 (41)	2504 (141)
[u]	447 (22)	1100 (161)	2794 (123)	490 (4)	1132 (161)	2567 (98)
[ĩ]	429 (17)	1648 (148)	2793 (61)	491 (44)	1925 (66)	2830 (88)

O F1 das vogais [ã ã õ] é mais baixo quando são nasalizadas do que quando são orais, indicando uma elevação na altura lingual desses segmentos nasalizados, sendo o contrário observado nos demais. O F2 é mais alto em [ã ĩ õ ã ĩ], o que sugere que tais vogais são mais anteriores quando nasalizadas. Sobre o F3, o das vogais [õ ã] é mais baixo que o de suas contrapartes orais, indicando um maior arredondamento nos lábios dessas vogais nasalizadas, o oposto ocorre nas demais.

O espaço acústico das vogais pré-tônicas da falante JA (Figura 58 abaixo) demonstra a dispersão de vogais nesse contexto acentual. As relações acerca de F1 e F2 descritas podem ser visualizadas nessa imagem.

Figura 58 – Espaço acústico das vogais pré-tônicas (falante JA)

Abaixo, as comparações (valor de p) entre as vogais nos dois contextos de tonicidade.

Tabela 37 – Diferenças estatísticas (valor de p) entre os formantes das vogais tônicas e pré-tônicas (falante JA)

Vogal	Vogais orais			Vogais nasais		
	F1 tônica x F1 pré-tônica	F2 tônica x F2 pré-tônica	F3 tônica x F3 pré-tônica	F1 tônica x F1 pré-tônica	F2 tônica x F2 pré-tônica	F3 tônica x F3 pré-tônica
/a/	0.007789	0.1602	0.2888	0.8836	0.01037	0.398
/ɛ/	0.006851	0.03175	0.09131	0.07539	0.9377	0.1905
/i/	0.004199	0.5226	0.03572	0.06766	0.007385	0.399

Vogal	Vogais orais			Vogais nasais		
	F1 tônica x F1 pré- tônica	F2 tônica x F2 pré- tônica	F3 tônica x F3 pré- tônica	F1 tônica x F1 pré- tônica	F2 tônica x F2 pré- tônica	F3 tônica x F3 pré- tônica
/ɔ/	1.113e-05	0.08312	0.03774	0.04814	0.3532	0.06109
/u/ ²²	6.273e-06	0.1862	0.2775			
/i/	2.911e-08	0.001999	0.2897			

A tabela com os valores de p entre vogais tônicas e pré-tônicas da falante JA revela que todas as vogais orais possuem diferença significativa relativa ao F1, sendo assim, a posição da altura vocálica entre as vogais em contextoônico e pré-tônico varia de modo relevante na amostra dessa falante. Acerca do F2 das vogais orais, apenas /ɛ/ e /i/ demonstram possuir diferenças significativas entre as produções em contextoônico e pré-tônico. No F3, apenas /i/ e /ɔ/ apresentam essa diferença significativa.

Em relação às vogais tônicas nasais e pré-tônicas nasalizadas, as únicas frequências de formantes que diferem significativamente são o F1 de /õ/ e o F2 de /ã/ e /ĩ/.

A imagem a seguir (Figura 59) apresenta o espaço acústico das médias das vogais tônicas e pré-tônicas dessa falante, evidenciando aproximações e distanciamentos nesses contextos de acento.

²² Essa falante produziu apenas dois dados de /ũ/ pré-tônico nasalizado, quantidade muito baixo para aplicar testes estatísticos entre tônicas nasais e pré-tônicas nasalizadas.

nasalizadas pré-tônicas, pois, a nasalidade está relacionada ao acento tônico nessa língua, sendo considerada como uma relação intrínseca para alguns autores como Guedes (1984) e Rodrigues e Cabral (2011), e coincidente para autores como Costa (2007). As vogais tônicas nessa língua são subjacentemente nasais e as pré-tônicas se nasalizam a partir da nasalidade proveniente de gatilhos. Contudo, os dados apresentados não comprovam haver diferenças significativas entre essas vogais, pois poucos segmentos apresentaram tal diferença, não havendo um padrão ou uma homogeneidade notável. Essa relação demonstra que os padrões formânticos observados em vogais nasais e nasalizadas são semelhantes e que parece haver influências individuais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Guaraní-Mbyá possui um processo fônico de espraçamento de nasalidade que motiva e motivou estudos em diversos modelos teóricos que buscassem esclarecer os detalhes desse processo, no entanto, ainda havia uma lacuna no que tange às características acústicas dessas vogais subjacentes nasais, que espraiam sua nasalidade em longa distância, e das vogais nasalizadas em função desse processo.

Não se trata de um processo que possa ser descrito ou entendido em termos categóricos, mas sim, de modo gradiente, devido a sua natureza gradual, que provoca abaixamento do véu palatino de modo paulatino desde o início do domínio, atingindo seu maior grau de abertura na fonte de nasalidade.

Esta investigação trouxe alguns esclarecimentos acerca desses segmentos vocálicos que são gatilhos de nasalidade, reportando resultados que se assemelham a outras línguas. Também abordamos as vogais pré-tônicas que, diferentemente das tônicas, não são subjacentes nasais, mas nasalizadas contextualmente, quando estão em sílaba vizinha à vogal nasal ou consoante oclusiva pré-nasalizada.

Acerca das vogais tônicas nasais nessa língua, este estudo demonstrou que todas elas possuem dois momentos acústicos, sendo o primeiro uma fase nasal, e o segundo uma fase de apêndice nasal. O gesto de abaixamento do véu palatino tem início ainda antes do gesto vocálico, se estende pela vogal e tem extensão mais longa que a do gesto vocálico, conferindo nasalidade aos segmentos adjacentes à esquerda dessas vogais e, ainda, uma fase “pós-vocálica” que exprime o momento de fechamento labial em que o ar sai apenas pela fossa nasal.

Nesta língua, sabe-se que houve uma coda nasal que, evolutivamente, acabou sendo extinta, esse fato é visto por muitos autores como a explicação para a nasalidade subjacente em vogais tônicas, e mesmo os autores que não atestam essa teoria, concordam que houve a queda de uma coda nasal da proto-língua. À vista disso, podemos questionar se essa coda nasal teria deixado resquícios em uma fase de apêndice nasal, bastante prolongada, nesses segmentos.

As vogais pré-tônicas nasalizadas muitas vezes também possuem duas fases, mas o contexto à direita é o que motiva a presença de fase de apêndice nasal, sendo as consoantes oclusivas (ou africadas) responsáveis pelo surgimento dessa fase. Essa característica também é descrita na língua portuguesa, e é implicada por

questões articulatórias envolvidas nessas sequências de produções (vogal nasal + oclusiva).

As vogais tônicas nasais do Guarani-Mbyá apresentaram duração superior às vogais orais, sendo a fase extra de apêndice nasal a maior responsável por essa duração elevada, pois, se retirássemos a fase de apêndice nasal, a duração das vogais nasais pouco divergiria da das vogais orais. Essa duração de apêndice ocupou, em média, 35% da duração total das vogais nasais.

Dentre as características formânticas das vogais nasais, identificamos formantes nasais e formantes orais deslocados por efeito deles, o que já se esperava por conta da natureza da nasalidade. Entretanto, os formantes orais de vogais nasais e de vogais orais pouco diferem, de modo estatisticamente significativo, a não ser pelo terceiro formante, que parece ser o mais afetado pela presença de nasalidade, por ser uma frequência alta, deslocado significativamente nas vogais nasais.

Entre as vogais tônicas e pré-tônicas, percebeu-se principalmente diferenças duracionais, sendo as tônicas geralmente mais longas, tanto orais quanto nasais, e os testes estatísticos comprovam isso. Nas comparações entre os formantes dessas vogais, não houve muitas diferenças significativas, o que sugere que as vogais nasais subjacentes e as vogais nasalizadas contextualmente seriam semelhantes em suas fases nasais, com exceção da duração superior conferida à vogal na posição de acentoônico.

Em todos os dados, tanto de duração, quanto de frequências de formantes, notou-se diferenças individuais expressivas, nesse âmbito, a análise vocálica pode ser pertinente na identificação de falantes.

Por fim, essas análises podem e devem ser ampliadas em pesquisas futuras, com mais dados e mais falantes. É necessário fazer análises do processo de espraçamento de nasalidade com diferentes instrumentos que possam esclarecer esse comportamento.

Nosso trabalho descreveu, acusticamente, características das vogais nasais e orais do Guarani-Mbyá. Esperamos que tenhamos contribuído com a descrição e documentação dessa língua indígena sul-americana e com o conhecimento linguístico desse fenômeno característico do Guarani.

REFERÊNCIAS

- ADU MANYAH, K. Oral-nasal vowel contrasts: new perspectives on a debated question. *ICPhS*, XVII, 2011.
- ALBANO, E. C. Representações fonética e fonológica: Rumo à Parcimônia. *Cadernos de Estudos Linguísticos*, v. 37, p. 93-103, 1999a.
- 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, 1999b.
- BARBOSA, P.; MADUREIRA, S. *Manual de Fonética Experimental: Aplicações a Dados do Português*. São Paulo: Cortez Editora, 2015.
- BOERSMA, P.; WEENINK, D. *Praat v.6.0.19*, www.praat.org [14/06/2016]. 2016.
- BROWMAN, C. P.; GOLDSTEIN, L. Articulatory Phonology: An Overview. *Phonetica*, v. 49, n. 3-4, p. 155-180, 1992.
- CAGLIARI, L. C. *An experimental study of nasality with particular reference to Brazilian Portuguese*. Tese (Doutorado em Filosofia) – University of Edinburgh, Edimburgo, 1977.
- COSTA, C. de P. G. *Apyngwa Rupigwa: nasalização em Nhandewa-guarani*. Tese (Doutorado em Linguística) – Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- CRISTÓFARO SILVA, T.; SEARA, I. C.; SILVA, A.; RAUBER, A. S.; CANTONI, M. *Fonética acústica: os sons do português brasileiro*. São Paulo: Editora Contexto, 2019.
- D'ANGELIS, W. Línguas indígenas no Brasil: quantas eram, quantas são, quantas serão? In: D'ANGELIS, W.R. (org.), *Revitalização de línguas indígenas: o que é? como fazemos*. Campinas: Ed. Curt Nimuendajú, p. 13-26, 2019.
- DE PAULA, Matias, N. *A Description of the Sound System of Misiones Mbyá*. Dissertação (Mestrado em Linguística) – West Virginia University, Morgantown, 2016.
- DEMOLIN, D. The phonetics and phonology of nasal harmony and nasal segments in Guarani. *Colloque NASAL 2009*, Université de Montpellier, 2009.
- DELVAUX, V., METENS, T., SOQUET, A. French Nasal Vowels: acoustic and articulatory Properties. *Proc. 7th ICSLP*, Denver, v. 1, p. 53-56, 2002.

- DELVAUX, V.; HARMEGNIES, B.; DEMOLIN, D.; SOQUET, A. The aerodynamics of nasalization in French, *Journal of Phonetics*, 2008.
- DICANIO, C. *Extraction of durations from textgrids*. Laboratoire Dynamique du Langage, 2011. (script)
- DOOLEY, R. A. Nasalização na Língua Guarani. In: DOOLEY, R. (org): *Estudos sobre línguas tupi do Brasil*. Brasília DF. Summer Institute of Linguistics, p. 7-35, 1984.
- ELÍAS-ULLOA, J. A. *An acoustic phonetics of Shipibo-Conibo (Pano), an endangered Amazonian language: a new approach to documenting linguistic data*. Lewiston: Edwin Mellen Press, 2010.
- FERNANDEZ BARRERA, M. *Paraguayan Guarani: Some considerations about language mixing and an acoustic study of urban and rural vowels*. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Leiden University, Leiden, 2016.
- FUJIMURA, O. Analysis of Nasal Consonants. *The Journal of the Acoustical Society of America*. v. 34, n. 12, 1962.
- GUEDES, M. *Subsídios para uma análise fonológica do Mbyá*. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1983.
- GREGORES, E.; SUÁREZ, J. *A description of colloquial Guaraní*. The Hague: Mouton, 1967.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (São Paulo). *Guarani Mbya - Povos Indígenas no Brasil*. São Paulo: ISA, 2008. Disponível em: https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Guarani_Mbya Acesso em 01 dez. 2023.
- IVO, I. P. *Características Fonéticas e Fonologia do Guarani no Brasil*. Tese (Doutorado em Linguística) – Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.
- KAISER, E. Nasal Spreading in Paraguayan Guaraní. Introducing long-distance continuous spreading. *Amerindia*. n. 32, p. 283-300, 2008.
- KENT, R. D.; READ, C. *Análise acústica da fala*. Tradução Alexsandro Rodrigues Meireles. São Paulo: Cortez, 2015.
- LADEFOGED, P.; MADDIESON, I. *The Sounds of the World Languages*. Cambridge: Blackwell Publishers Ltd., 1996.

- LUNT, H. G. Remarks on Nasality: the case of Guarani. ANDERSON, S. R.; KIPARSKY, P. (eds.). *A Festschrift for Morris Halle*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1973.
- MEDEIROS, R. A. *A nasalidade vocálica no português brasileiro: uma investigação acústica*. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Departamento de Pós-Graduação em Estudos Linguísticos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- MAIA, E. M. *No reino da fala*. 2ª ed. São Paulo: Editora Ática, 1986.
- MIRANDA, C. C. *Estudo comparativo do fenômeno de nasalização em línguas da família Tupí-Guaraní* (Tronco Tupi). Dissertação (Mestrado em Linguística) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
- OUSHIRO, L. *Introdução à estatística para linguística*. Editora da ABRALIN, 2022. DOI. 10.25189/9788568990209.
- R CORE TEAM. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023. <https://www.R-project.org/>
- RACHADEL, B. M. *Análise acústica das vogais orais médias do Guarani: comparando as variedades Mbyá e Nhandeva*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Letras) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.
- RAPOSO DE MEDEIROS, B.; M. D'IMPERIO, R. ESPESSER. O apêndice nasal: dados aerodinâmicos e duracionais. *Revista do GEL*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 123-138, 2008.
- RIVAS, A. *Apĩngwareheguá Avañe'eme: nasalization in Guaraní*. MIT, 1974.
- RODRIGUES, A. D. Diferenças fonéticas entre o Tupi e o Guarani. *Separata dos Arquivos do Museu Paraense*, vol. IV, artigo XIV, 1945.
- RODRIGUES, A. D. Relações internas na família linguística tupí-guarani. *Revista de Antropologia*. Brasília: vol. 27/28, p. 33-53, 1985.
- RODRIGUES, A. D. *Línguas Brasileiras: Para o conhecimento das línguas indígenas*. São Paulo: Edições Loyola, 1986.
- RODRIGUES, A. D. Línguas Indígenas: 500 anos de descobertas e perdas. *D.E.L.T.A.*, V. 9, N.1, 1993.
- RODRIGUES, A. D.; CABRAL, A. S., A. C. Revendo a classificação interna da família Tupi-Guarani. *Atas do I Encontro Internacional do GTLI da ANPOLL*, 2002.

- RODRIGUES, A, D.; CABRAL, A, S, A, C. The interface of stress and nasality in tupí-guaraní languages in a historical perspective. *Revista Lingüística*, v. 7, n. 1, 2011.
- SEARA, I. C. *Estudo acústico-perceptual da nasalidade das vogais do português brasileiro*. Tese (Doutorado em Linguística) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- SEARA, I. C; QUADROS, L; MARTINS, R, M. A nasalidade consonantal na variedade nhandewa-guarani: Análises acústicas preliminares. *Estudios em Fonética Experimental*, v. XXX, 2021.
- SEKI, L. A linguística indígena no Brasil. *D.E.L.T.A*, v. 15, n especial, p. 257-290, 1999.
- SOUSA, E. M. G. de. *Para a caracterização fonetico-acústica da nasalidade no Português do Brasil*. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1994.
- STANTON, J. Environmental shielding is contrast preservation. *Phonology*, v. 35, n. 3, p. 39-78, 2018.
- STORTO, L. *Línguas Indígenas: Tradição, Universais e Diversidade*. São Paulo: Mercado de Letras, 2019.
- STORTO, L.; DEMOLIN, D. The phonetics and phonology of South American languages. In: CAMPBELL, L.; GRONDONA, V. *The Indigenous Languages of South America: a comprehensive guide*. Berlin/Boston: De Gryter Mouton, 2012.
- THOMAS, G. A split analysis of nasal harmony in Mbya. *Revista Linguística*, v. 10, n. 2, 2014.
- WALKER, R. *Nasalization, Neutral Segments and Opacity Effects*. Tese (Doutorado em Filosofia em Linguística) – Universidade da Califórnia, Santa Cruz, 1998.

ANEXO I: Termo de autorização de uso de dados



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA INSTITUTO DE LETRAS

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, s/n - Ondina - CEP 40170-115 -
Salvador-BA. **Telefone** (071) 3283-6225 / 6237 / 6238 **E-mail:** caeletras@ufba.br

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Eu, Ivana Pereira Ivo, concedo acesso aos dados de fala levantados junto aos Guarani, durante a pesquisa de doutorado por mim desenvolvida, “Características Acústicas e Fonologia das Consoantes nas Variedades Mbyá, Nhandeva e Kaiowá do Guarani no Brasil, sob o número CAAE: 48907614.2.0000.5404, a Rafaela Michels e sua orientadora Professora Dr^a Eleonora Cavalcante Albano, em conformidade com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE aprovado (segundo as determinações do Conselho Nacional de Saúde (Resoluções CNS nº 304/2000 e nº. 466/12 e suas complementares). Esclarece-se que os dados disponibilizados serão utilizados apenas para a pesquisa proposta e que as pesquisadoras não os divulgarão para outros sem autorização prévia.

Salvador, 15 de fevereiro de 2022.

Prof^a Dr^a Ivana Pereira Ivo
Professora do Instituto de Letras da Universidade Federal da Bahia - UFBA

ANEXO II: Corpus

kwārāpē'pē	abóbora	ku'tʃa	colher	āpī'ngwa	narina dele
ānda'i	abobrinha	ī'tʃa	corda	tʃi'ui	onça
mandi'dzu	algodão	kravombota'a	cravo + martelo	tʃiui'ū	onça preta
i'dzu	amarelo	mī'tā	criança	nā'mbi	orelha
māndu'ui	amendoim	dʒero'ki	dança	ururupi'ʔa	ovo de galinha
tēmbia'dʒa	amora	ī'kwā	dedo dele(a)	mbodʒa'pɛ	pão, bolo
kwārē'gwa	anel	mbo'ka	espingarda	gwira'ʔi	passarinho
ṇā'ndu	aranha	ki'tʃɛ	faca	ki'gwa	pente
gwira'pa	arco	ki,tʃɛgwa'tʃu	facão	kiriua,dʒa'ʔi	periquitinho
karu'gwa	arco-íris	ava,tʃiku'ʔi	farinha de milho	hēfī'mā	perna dele
iui'ʔi	areia	kōmā'nda	feijão	ṇā'tʃi'ʔū	pernilongo
iui'ra	árvore	uiui'kwɛ	feiura dele(a)	mā,ṇga'ʔi	petequinha
ki,tʃɛri'ru	bainha de facao	dʒa,gwarepɔ'tʃi	fezes de cachorro	apika'tʃu	pomba
pako'ua	banana	mī'mbi	flauta	apika,tʃu'ī	pombinha
ṇā'ndi	banha	ātā'tʃi	fumaça	āṇgu,dʒa'ʔi	ratinho
dʒɛ'ti	batata-doce	u,rua'ua	galo	āṇgu,dʒa	rato
māṇṇō'ī	beija-flor	gwira'tʃi	garça	ɔuɛ'ra	relâmpago
ē'nē	besouro	ku,tʃara'kwa	garfo	kā'uō	sabão
dʒū'ru	boca	tʃi,ui'ʔi	gatinho	kā,uōrēā'kwā	sabonete
ua'kaa'ua	boi	tagwa'to	gavião	ava,tʃi'gwe	sabugo de milho
uɔ'ko	bolsa	ṇū'ū	grama	uɔ'tʃa	saco, sacola
dʒi'ua	braço	a'ua	homem	dʒu'ki	sal
i'kwa	buraco	pa'ʔi	jacaré	u'gwi	sangue dele(a)
pɛ,tʃi'gwa	cachimbo	ka'ʔagwi	mata, floresta	kwara'i	sol
dʒa'gwa	cachorro	tɛ,dʒu'ʔi	lagartozinho	tʃɔ,ʔori'kwe	sopa (caldo de carne)
tʃapa,tu'tʃā	cadarço	nā'rā	laranja	ta'kwa	taquara, bambu
kā'tʃɔ	calça	dʒapɛ'ʔa	lenha	dʒita'pa	tesoura
kāmī'tʃa	camisa	dʒa'tʃi	lua	ṇū'ā	tipo de armadilha
kanō'ā	canoa	ha'tʃa	machado	ua'ka	vaca
kapi'ʔi	capim	māndʒi'ʔɔ	mandioca	kōmā'ndaro'pɛ	vagem de feijão
tʃɔ'ʔɔ	carne	maraku'ʒa	maracujá	tipej'a	vassoura
tʃɔ'ʔɔ mbi'tʃi	carne assada	mē'rō	melão	gwa,tʃu'i	veadinho
dʒate'vu	carrapato	ava'tʃi	milho	mba,ʔei'ru	veículo
kava'dzu	cavalo	mbaj'pi	mingau	ṇwājmī'ʔi	velinha
adʒa'ka	cesto	mbe'ru	mosca	iui'tu	vento
ā,kāre'gwa	cocar	kū'ṇā	mulher	mbara'ka	violão

ANEXO III: Script de duração

```
#Extraction of durations from textgrids.
#Extracts the duration of every labelled interval on a particular tier.
Saves the duration data as a text
# file with the name of the file and each interval's name.
#Copyright Christian DiCanio, Laboratoire Dynamique du Langage, 6/2011.

form Extract Durations from labelled points
  sentence Directory_name:
/Linguistics/Rate_Spanish/Mexican_Spanish_Older_transcriptions/
  sentence Objects_name: MS_M23_CPC_leer
  sentence Log_file datafile
  positive Labeled_tier_number 2
  positive Analysis_points_time_step 0.005
  positive Record_with_precision 1
endform

Read from file... 'directory_name$('objects_name$'.wav
soundID = selected("Sound")

Read from file... 'directory_name$('objects_name$'.TextGrid
textGridID = selected("TextGrid")
num_labels = Get number of intervals... labeled_tier_number

select 'soundID'
plus 'textGridID'
Extract non-empty intervals... labeled_tier_number yes

durID = selected ("Sound")
objID = selected ("Sound", -1)
for i from durID to objID
  select 'i'
  dur = Get total duration
  interval_label$ = selected$ ("Sound")
  fileappend 'directory_name$('log_file$'.txt
'objects_name$('tab$('interval_label$('tab$('dur'newline$'
endfor
select all
Remove
```