

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ESTUDOS DA LINGUAGEM
BACHARELADO EM LINGUÍSTICA**

VICTOR TEIXEIRA TURATTI

**Um estudo sobre vogais nasais com base em análise acústica e
modelagem pelo instrumento computacional MaxEnt**

Campinas/2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ESTUDOS DA LINGUAGEM
BACHARELADO EM LINGUÍSTICA**

VICTOR TEIXEIRA TURATTI

**Um estudo sobre vogais nasais com base em análise acústica e
modelagem pelo instrumento computacional MaxEnt**

Trabalho de Conclusão de Curso de
graduação apresentado como requisito
parcial para obtenção do grau de Bacharel
em Linguística, na Universidade Estadual
de Campinas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Filomena Spatti Sandalo

Campinas/2023

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

T84e Turatti, Victor Teixeira, 2000-
Um estudo sobre vogais nasais com base em análise acústica e modelagem computacional pelo instrumento MaxEnt / Victor Teixeira Turatti. – Campinas, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Maria Filomena Spatti Sândalo.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem.

1. Linguística. 2. Gramática comparada e geral - Fonologia. 3. Vogais. I. Sândalo, Maria Filomena Spatti, 1965-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Estudos da Linguagem. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Palavras-chave em inglês:

Linguistics

Grammar, Comparative and general - Phonology

Vowels

Titulação: Bacharel em Linguística

Banca examinadora:

Amanda Macedo Balduino

Andrew Ira Nevins

Data de entrega do trabalho definitivo: 07-12-2023

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José e Silvia, por todo o apoio e incentivo que sempre deram à minha educação, sem esse apoio não seria possível que eu completasse minha graduação. Também por todo o carinho e educação que me deram, e permitiram que eu me tornasse quem sou hoje.

Ao meu irmão Ettore, que me apresentou à Linguística, permitindo que eu conhecesse essa área das ciências humanas e permitiu que desse o primeiro passo para esse estudo.

À professora Filomena Sandalo, que foi minha orientadora durante essa monografia, e por quem espero ser orientado durante a pós-graduação, por todo o seu apoio, paciência e conhecimentos que partilhou. Obrigado por tudo que me ensinou.

Aos meus colegas do curso de linguística, Amani, Bia, João, Luís, Maria Paula, Mariana, Marcus, Matheus, Mayara e Samuel. Agradeço especialmente ao Samuel, que me auxiliou com o uso do R, permitindo que eu fizesse um melhor uso da análise estatística.

Agradeço também aos membros da banca examinadora, Amanda Balduino e Andrew Nevins, pela leitura e pelos comentários que permitiram a melhora deste TCC.

Aos meus amigos de minha cidade natal, que sempre estiveram presentes, ainda que distante fisicamente, à vocês; Gi, Elvis e Bel, meus mais sinceros agradecimentos.

Por fim, a todos que se dispuseram a participar do experimento, agradeço pela paciência e possibilitarem .

RESUMO

Este estudo busca investigar as hipóteses monossegmental e dissegmental sobre a nasalidade de vogais no português falado no Brasil, a partir da verificação da presença de sândi entre vogais nasais, visto que, segundo Mattoso (1953; 1970), esse fenômeno é bloqueado pela presença de uma consoante nasal na forma subjacente, um dos argumentos em favor da hipótese dissegmental (estrutura /VN/); enquanto, caso a vogal nasal seja monossegmental (estrutura / \tilde{V} /), o sândi poderá ocorrer. O fenômeno foi investigado por meio de um experimento de produção em que os falantes deveriam dizer pares de palavras, contendo as vogais nasais, inseridos em uma frase veículo, sendo controlada a vogal presente. Os resultados mostraram a presença de sândi para as vogais [ẽ], [ẽ̃] e [ĩ], mas não para as vogais [õ] e [ũ]; o que apontaria para uma estrutura monossegmental na língua. Os resultados foram modelados com base na Teoria da Otimalidade e Gramática Harmônica utilizando a ferramenta *MaxEnt Grammar Tool* (Hayes et al. 2009), que possibilita, através de uma expressão matemática, a predição quantitativa dos dados e uma gramática compatível com os dados, possibilitando, assim, quantificar fenômenos que em outras teorias poderiam ser considerados como em variação livre.

Palavras-chave: vogais nasais. português brasileiro. fonologia. sândi. teoria da otimalidade.

ABSTRACT

This study investigates the monosegmental and dissegmental hypothesis regarding vowel nasality in Brazilian Portuguese, by verifying the presence of sandhi between nasal vowels, because according to Mattoso (1953), this phenomenon is blocked by the presence of a nasal consonant in the underlying form. This is one of the arguments in favor of the dissegmental hypothesis (a /VN/ structure); while, if the nasal vowel is monosegmental (a / \tilde{V} / structure), sandhi may occur. The phenomenon was investigated through a production experiment in which speakers had to say pairs of words, containing nasal vowels, inserted in a carrier sentence, with the present vowel being controlled. The results were modeled based on the Theory of Optimality and Harmonic Grammar using the MaxEnt Grammar Tool (Hayes et al. 2009), which allows, through a mathematical expression, the quantitative prediction of data and a grammar compatible with the data, therefore enabling the quantification of phenomenon that in other theories would be considered free variation.

Keywords: nasal vowels. brazilian portuguese. phonology. sandhi. optimality theory

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — A estrutura silábica	17
Figura 2 — Segmentação de “órfã antiga” no Praat em caso de sândi	20
Figura 3 — Segmentação de “órfã antiga” no Praat em caso de não ocorrência de sândi	20
Figura 4 — Boxplot da duração(ms) da vogal [ẽ] entre os dois grupos	23
Figura 5 — Boxplot da duração(ms) da vogal [ẽ] entre a ocorrência e não ocorrência de sândi	24
Figura 6 — Boxplot da duração da vogal [ẽ] em relação aos grupos	25
Figura 7 — Boxplot da duração da vogal [ẽ] em relação a ocorrência de Sândi	26
Figura 8 — Boxplot da duração da vogal [ĩ] entre os grupo	27
Figura 9 — Boxplot da duração da vogal [ĩ] em relação a ocorrência de sândi	28
Figura 10 — Boxplot da duração da vogal [õ] entre os grupos	29
Figura 11 — Boxplot da duração da vogal [ũ] entre os grupos	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Porcentagem de nasalização no jogo de substituição por [o] para inputs de vogais nasais	15
Tabela 2 — Porcentagem de nasalização no jogo de deleção de coda para inputs de vogais nasais	15
Tabela 3 — Pares de palavras utilizados no experimento	19
Tabela 4 — Duração médias (em ms) das vogais orais em posição tônica no estudo de Escudero et al. (2009) por sexo (F - feminino; M - masculino)	21
Tabela 5 — Ocorrência de sândi em relação e onset nasal em contextos possíveis	32
Tabela 6 — Duração média (em ms.) das vogais nasais em caso ou não de sândi	32
Tabela 7 — Peso das restrições gerados pelo MaxEnt	36
Tabela 8 — Tableaux para a vogal /ẽ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal	37
Tabela 9 — Tableaux para a vogal /ẽ/ com bloqueio de sândi pelo acento frasal	38
Tabela 10 — Tableaux para a vogal [ẽ] sem bloqueio de sândi pelo acento frasal	39
Tabela 11 — Tableaux para a vogal [õ] sem bloqueio de sândi pelo acento frasal	40
Tabela 12 — Frequências para os outputs do tableaux para a vogal /ẽ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal	41
Tabela 13 — Frequências para a ocorrência de sândi para o tableaux para a vogal /ẽ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal	41
Tabela 14 — Frequências para os outputs do tableaux para a vogal /ẽ/ com bloqueio de sândi pelo acento frasal	41
Tabela 15 — Frequências para ocorrência de sândi para o tableaux para a vogal /ẽ/ com bloqueio de sândi pelo acento frasal	42
Tabela 16 — Frequências para os outputs do tableaux para a vogal /ẽ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal	42
Tabela 17 — Frequências para ocorrência de sândi para o tableaux para a vogal /ẽ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal	42
Tabela 18 — Frequências para os outputs do tableaux para a vogal /õ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal	42
Tabela 19 — Frequências para a ocorrência de sândi para o tableaux para a vogal /õ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. A NASALIDADE NO PB	11
3. O SÂNDI NO PB	16
3. METODOLOGIA	18
4. RESULTADOS	22
4.1. Vogal [ẽ]	22
4.2. Vogal [ẽ̃]	25
4.3. Vogal [ĩ]	26
4.4. Vogal [õ]	28
4.5. Vogal [ũ]	29
4.6. Conclusões	30
5. GRAMÁTICA HARMÔNICA E A GRAMÁTICA DE MÁXIMA ENTROPIA	33
5.1. Restrições fonológicas	34
5.2. Tableaux	37
5.3. Predições	40
6. CONCLUSÕES FINAIS	43
7. TRABALHOS FUTUROS	45
8. REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

A análise Mattosiana é fundamental para qualquer estudo da fonologia do Português Brasileiro (doravante PB), sendo que grande parte da literatura sustente-a para o PB atual em relação a hipótese dissegmental, sobre a estrutura das vogais nasais no PB (cf. Moraes & Wetzels, 1992; Cagliari, 1977; Duarte & Teixeira, 1979; Lopez, 1979; Bisol, 2002; e Battisti, 2014). No entanto, Guimarães & Nevins (2013) apontam para a existência de uma vogal intrinsecamente nasal no português do Brasil, ao contrário do proposto por Mattoso Câmara Jr. (1953; 1970). Para Guimarães & Nevins (2013), embora outras vogais do português se comportem como previsto por Mattoso Câmara Jr., a vogal central nasal é intrinsecamente nasal.

Segundo Mattoso Câmara Jr. (1953; 1970), a realização nasal das vogais do PB é decorrente da assimilação de uma consoante nasal não realizada foneticamente na posição seguinte de uma vogal oral. Um dos principais argumentos para sustentar essa hipótese é de que o sândi é possível em sequências de palavras como “casa amarela”, formando “casamarela” e não seria permitido em palavras terminadas em vogais de qualidade nasal, como em “órfã antiga”, pois a consoante subjacente bloqueia a ocorrência do fenômeno.

No entanto, Guimarães & Nevins (2013) realizaram experimentos utilizando jogos de codificação de linguagem artificiais para acessar o conhecimento fonológico internalizado do falante, a fim de verificar se a hipótese de Mattoso está correta. Os autores partem da hipótese de que vogais nasais podem ter comportamentos distintos e verificam cada uma das vogais nasais do português, [ẽ, ê, õ, ã, û]. Eles realizaram dois experimentos usando jogos de linguagem inventados pelos pesquisadores: (i) o jogo de deleção de coda, em que toda consoante na coda de uma sílaba deveria ser deletada (por exemplo, palavras como esperto [es.per.to] seriam realizadas como [e.pɛ.to]); (ii) e o jogo da substituição por /o/, em que todas as vogais de uma palavra devem ser substituídas por /o/ (e /es.per.to/ seria realizado como [os.por.to]). Assim, o resultado esperado pela hipótese dissegmental, em que a nasalização ocorre em função de um arquifonema nasal /N/ que é deletado na forma de superfície, seria de que a nasalização da vogal seria perdida no jogo de deleção de coda e que seria mantida no outro jogo; enquanto a hipótese monossegmental, em que as vogais nasais seriam de fato um fonema no PB, prevê que a nasalização seria mantida no jogo de deleção de coda e perdida no outro. Os resultados dos experimentos apontaram que, para os fonemas /e/,

/i/, /o/ e /u/, a hipótese dissegmental é favorecida, porém, para a vogal [ẽ], apontam para sua existência independente; sendo esta, portanto, intrinsecamente nasal, diferindo da proposta de Mattoso.

O objetivo deste trabalho é, de maneira geral, investigar as hipóteses para a nasalidade contrastiva das vogais no PB, por meio de um experimento testando a ocorrência ou não de sândi entre duas vogais com traço [+nasal] que representam o mesmo fone. Os objetivos específicos da pesquisa podem ser definidos como:

- a) Verificar se existiria uma vogal baixa intrinsecamente nasal por meio da investigação da ocorrência de sândi entre vogal nasal e oral.
- b) Verificar se existe um correspondente nasal para as outras vogais orais por meio da investigação da ocorrência de sândi entre vogal nasal e oral.

Por fim, esta monografia se organiza, após esta breve introdução, da seguinte forma: A seção 2 apresentará uma revisão bibliográfica sobre a nasalidade no PB; a seção 3 apresentará uma revisão bibliográfica sobre o sândi no PB; a seção 4 apresentará a metodologia empregada; a seção 5 apresentará os resultados obtidos a partir das análises acústica e estatística; a seção 6 apresentará os preceitos teóricos da Teoria da Otimalidade e a modelagem utilizada dentro desta; a seção 7 apresentará as conclusões finais; a seção 8 apresentará as possibilidades de expansão deste trabalho

2. A NASALIDADE NO PB

A nasalidade das vogais no Português Brasileiro (doravante PB), apresenta-se de duas maneiras, uma contrastiva; em que a vogal nasal distingue duas formas na língua, “/’boN.ba/” e “/’bo.ba/”; e uma não contrastiva ou alofônica; em que a nasalidade é fruto de variação, “[bẽ.’nẽ.na] ~ [ba.’nẽ.na]” (Moraes & Wetzels, 1992)

A nasalidade contrastiva no Português apresenta duas hipóteses relacionadas à natureza das vogais nasais; uma monossegmental (ou monofonêmica) e uma dissegmental (ou bifonêmica). Na hipótese monossegmental, a nasalidade presente nas vogais no Português é intrínseca ao sistema vocálico da língua e não decorrente do espraiamento do traço [+nasal] de uma consoante nasal de ponto não especificado (N); assim, segundo Lüdtkke (1953 *apud* Balduino, 2018, p. 50), o sistema vocálico do Português Europeu é composto por treze fonemas: /i, ĩ, e, ẽ, ε, v, ẽ, a, u, ũ, o, õ, ɔ/. Além de Lüdtkke, com sua proposta estruturalista, a existência de vogais nasais fonêmicas é defendida por Leite (1974 *apud* Callou & Leite, 1990) utilizando uma proposta gerativa,

em que as vogais nasais possuem uma forma subjacente, assim, para a autora, palavras como “lã”, “fim”, “botão” e “minto” tem como forma subjacente, respectivamente, /lẽ/, /fi/, /bo.tẽw/ e /mĩ.to/, nota-se também, que a autora assume que a presença de um apêndice nasal, interpretado como um indicativo da consoante nasal por Cagliari (1977), subsequente a realização da vogal nasal como uma consequência, puramente fonética, do abaixamento do véu palatino necessária para a produção das vogais nasais e, portanto, não deveria ser interpretada fonologicamente como parte da estrutura.

Segundo Câmara Jr. (1970), em sua análise estruturalista, a nasalidade das vogais no PB é decorrente da assimilação do traço [+nasal], presente no arquifonema nasal sem traço de ponto subespecificado, pela vogal oral; ou seja a sílaba /faN/, na palavra /'ɔR.faN/, apresenta, em sua forma de base, a estrutura /CVN/; sendo que a realização apresenta uma deleção opcional da consoante nasal. Já em uma análise gerativista, como a de Lopez (1979) e Mateus & D'Andrade (2000), a estrutura /VN/ é entendida como forma subjacente; isto é, como uma estrutura mental que participa do processamento da linguagem como processo cognitivo; assumindo, assim, um caráter cognitivista que não é assumido na análise de Mattoso Câmara Jr.. Ainda assim, resguardadas as diferenças do quadro teórico assumido, sustentam um caráter bifonêmico para a nasalidade, seja assumindo um arquifonema (Câmara Jr., 1970), um traço nasal flutuante (Mateus & D'Andrade, 2000), ou uma consoante nasal coronal /n/ (LOPEZ, 1979). Para Mattoso Câmara Jr. (1970), a presença do arquifonema nasal atua como uma consoante de travamento, impedindo que ocorram fenômenos como o sândi vocálico, como em “órfã antiga”.

Outras evidências apontando para a presença desse arquifonema não realizado podem ser encontradas na morfofonologia do PB, como aponta Mattoso (1970), em palavras como “valentão” e “valentona”, mostrando que esses casos seriam um dos possíveis argumentos em favor da hipótese bifonêmica, pois uma consoante nasal alveolar [n] emerge da forma subjacente quando uma ressilabificação ocorre de forma em que o arquifonema nasal se encontre na posição de onset da sílaba; assim, formas derivadas como “boníssimo” e “sonoro” seriam evidências de uma estrutura silábica CVN no PB, o que indica que as bases teriam, respectivamente, as formas subjacentes: /boN/ e /soN/. Guimarães & Nevins (2013) apontam para a existência de algumas formas derivadas de afixação morfológicas em que [n] emerge para a forma de superfície, ainda que a forma de base da palavra não possua, no PB atual, uma consoante nasal na forma subjacente, como são os casos, apontados por Guimarães &

Nevins (2013), de “lua” → “lunar”, “faraó” → “faraônico” e “tupi” → “tupinista”; indicando, para os autores, que essas palavras apresentando uma derivação com um /n/ em onset, seriam formas cristalizadas no léxico que apresentavam uma forma, em um estágio anterior da língua, em que a consoante nasal estava presente.

Para Moraes & Wetzels (1992), o caráter dissegmental da nasalidade contrastiva pode ser observado por meio do alongamento duracional da vogal, que recebe o traço [nasal] da consoante não realizada, pois ao espriar o traço [+nasal] a vogal se associa à unidade temporal em que esse traço está presente, causando uma compensação duracional. Segundo Moraes & Wetzels (1992), a vogal /a/, quando realizada em casos de nasalidade contrastiva, apresenta uma duração maior em relação a sua contraparte oral (27% mais longa em contexto tônico e 74% no contexto pretônico), enquanto a vogal nasalizada, ou seja aquelas em contexto de alofonia, são mais breves que as vogais orais. Assim, partindo de uma análise segundo a fonologia CV (Clements & Keyser, 1983), os autores entendem que o alongamento da vogal em casos de nasalidade contrastiva é decorrente da deleção do segmento nasal, posteriormente ao espriamento do traço [+nasal] para a vogal, e a associação da unidade temporal de /N/ com a vogal, assim, sendo uma compensação duracional para a deleção de um segmento, indicando uma estrutura /VN/. Outro experimento similar, que reafirma a posição de Moraes & Wetzels (1992) quanto à duração maior da vogal nasal em relação a vogal oral ser um correspondente de uma unidade temporal a mais na estrutura silábica, pode ser encontrado em Souza (1994), apesar desta autora apontar que os resultados poderiam argumentar em favor das duas hipóteses.

Por sua vez, Valentim (2009) realizou um experimento similar, mas revisitando a metodologia, aumentando o número de participantes, que no estudo de Moraes & Wetzels (1992) era de 2 com vogal alvo em contexto pretônico, para 15 com vogal alvo em contexto tônico, e desconsiderando a duração do murmúrio nasal, já que este, segundo a autora, não possui características que permitam a interpretação como parte da vogal e não pode ser considerado parte da vogal. Os resultados obtidos pela autora indicaram que a duração de uma vogal nasal, sem considerar a duração do murmúrio, é maior que a duração de uma vogal oral. Ainda assim, a posição adotada por Valentim (2009) é de que esse alongamento não poderia ser tomado, sem um aprofundamento maior, como evidência de uma estrutura dissegmental, pois não é possível determinar se o alongamento é, de fato, uma compensação duracional; assim, não podendo ser

afirmado que a duração maior da vogal nasal é correspondente a uma unidade temporal a mais na estrutura silábica.

Por sua vez, Marques & Scarborough (2020) realizaram um experimento investigando a percepção dos falantes nativos de PB em relação a vogal nasal, partindo da hipótese de que haveria uma compensação dos participantes em relação à estrutura, caso o apêndice nasal fosse retirado. No entanto, observou-se que não houve compensação e que os participantes conseguiam distinguir e avaliar como nasal as vogais independentemente da presença ou não do apêndice, conseguindo diferenciá-las de vogais orais; assim, para as autoras, apontando para uma estrutura / \tilde{V} /.

Voltando para os experimentos de Guimarães e Nevins (2013), os autores realizaram um experimento baseado em jogos de codificação de linguagem, que visavam testar o conhecimento internalizado dos falantes para averiguar se as vogais nasais teriam o estatuto de fonemas no PB; para tanto, os pesquisadores utilizaram dois jogos, um prevendo a deleção da coda das sílabas, no qual, caso a nasalidade fosse mantida, seria uma evidência apontando para a existência de fonemas / \tilde{V} /; o segundo jogo previa a substituição das vogais por [o], de modo que, se a realização da vogal [o] ocorresse como [õ] em palavras realizadas com vogais nasais em posição final, a evidência apontaria para a não existência de vogais nasais fonológicas no PB.

Desse modo, os jogos de codificação de linguagem propostos por Guimarães & Nevins (2013) se configuram da seguinte forma; para o jogo de deleção de codas, palavras como *car.tei.ro* serão realizadas como *ca.te.ro*, assim, espera-se que, caso a nasalidade seja decorrente de um fonema de estrutura / \tilde{V} /, não ocorra o apagamento da nasalidade, enquanto se a estrutura fonêmica for dissegmental (/VN/), a nasalidade será apagada, já que o elemento de traço [+nasal] terá sido deletado da estrutura, impedindo que esse traço se espalhe; assim, a palavra [a.le.krĩĩ] será realizada como [a.le.krĩĩ] se a estrutura monossegmental estiver presente, enquanto será realizada como [a.le.kri], caso a estrutura dissegmental estiver presente. No jogo de substituição por [o], palavra *es.per.to* será realizada como *os.por.to*, de forma que, caso a estrutura monossegmental se faça presente, a palavra [a.le.krĩĩ] será realizada como [o.lo.kro], enquanto para uma estrutura dissegmental teremos a realização como [o.lo.krõwĩ], pois a estrutura /VN/ será mantida e o espalhamento do traço [+nasal] ainda ocorrerá (Guimarães & Nevins, 2013). Os resultados obtidos pelos autores estão descritos na tabela 1 e 2 à seguir:

Tabela 1 — Porcentagem de nasalização no jogo de substituição por [o] para inputs de vogais nasais

nasal vowel in the input	% of realization as [õw̃]	% of realization as [o]
[ĩ]	99.6%	0.4%
[ẽ]	99.6%	0.4%
[õw̃]	98.5%	1.5%
[ũw̃]	96.6%	3.4%
[ẽ]	34.8%	65.2%

Fonte: Guimarães & Nevins (2013, p. 166).

Tabela 2 — Porcentagem de nasalização no jogo de deleção de coda para inputs de vogais nasais

nasal vowel in the input	% of realization as [õw̃]	% of realization as [o]
[ĩ]	1.1%	98.9%
[ẽ]	1.2%	98.8%
[õw̃]	11.4%	88.6%
[ũw̃]	3.7%	96.3%
[ẽ]	99.2%	0.8%

Fonte: Guimarães & Nevins (2013, p. 168).

Os resultados obtidos pelos autores apontaram para a existência da vogal nasal /ẽ/ como fonológica, enquanto as vogais [ũ, õ, ã, ẽ] seriam apenas alofones das vogais orais correspondentes; assim, os autores propõem um sistema vocálico para o PB composto por 7 vogais orais e 1 vogal nasal (/i, e, ε, ẽ, a, u, o, ɔ/.)

O comportamento único da vogal média baixa nasal pode ser devido a um desenvolvimento de uma mudança no PB durante o intervalo de 43 anos entre as análises de Mattoso Câmara Jr. (1970) e de Guimarães & Nevins (2013); a vogal /a/ pode ter se desenvolvido uma vogal nasal fonêmica correspondente por si só, enquanto as outras vogais orais teriam se mantido sem vogais nasais fonêmicas correspondentes.

A partir disso, é possível supor que, se [ẽ] representa uma forma subjacente na língua, a ocorrência de sândi é prevista como possível para casos como “órfã antiga”. Nesse sentido, o interesse desta pesquisa é verificar se é possível a ocorrência de sândi nasal-oral, checando assim, se, de fato, existe uma vogal intrinsecamente nasal.

3. O SÂNDI NO PB

O fenômeno de sândi vocálico externo no PB possui bastantes estudos, especialmente por Bisol (1993, 1996a, 2003) dentre outras obras da autora e também por Tenani (2002), sendo, segundo Bisol (1993, 1996a), possível dividi-lo em 3 tipos diferentes: a elisão, a ditongação e a degeminação. Para a autora, o processo de elisão ocorre quando há a deleção do segmento presente na sílaba átona em posição de fronteira, sendo necessário serem duas vogais diferentes (ex: /me.'ni.na oR.gu.'ʎɔ.za/ → [me.'ni.nor.gu.'ʎɔ.za]); a ditongação ocorre quando há um choque de duas vogais diferentes em fronteira, sendo que uma delas deve /e, i, o, u/ em posição átona (ex: /'so.no e.'tɛR.no/ → ['so.nwe.'tɛr.no]); por fim a degeminação (ex: /'ca.za a.ma.'rɛ.la/ → ['ca.za.ma.'rɛ.la]) ocorre apenas quando as duas vogais forem idênticas. Tenani (2002) identifica a vogal final da primeira palavra como V₁, enquanto a vogal que inicia a segunda palavra é chamada de V₂ (assim, na sequência “menina orgulhosa”, temos que V₁ é a vogal /a/, da sílaba /na/ de “menina”; e V₂ é a vogal /o/, da sílaba /oR/ de “orgulhosa”).

Tenani (2002), destaca que o acento frasal, isto é, o acento principal da frase fonológica (ϕ) que por sua vez é constituída por estruturas portadoras de acento primário, atua como um bloqueador do processo de sândi; visto que, segundo a autora, quando V₂ recebe o acento lexical e está numa estrutura frasal em que essa posição também recebe o acento lexical, o fenômeno de sândi é bloqueado, pois é estabelecida uma fronteira entre duas frases fonológicas, o que, por consequência, impede que o processo fonológico ocorra, impedindo a ressilabificação (processo que será desenvolvido no parágrafo seguinte). Nota-se que essa relação entre a frase fonológica e o sândi é inicialmente explorada em Bisol (1992); no entanto, é somente a partir do estudo de Tenani (2002) que essa questão é explorada de forma sistematizada.

Todos esses processos acarretam na ressilabificação, que, segundo Bisol (1996a), que emprega nesse estudo a fonologia autosegmental (Goldsmith, 1976) para realizar sua análise, é motivada pelo choque de núcleos silábicos, sendo necessário que

as sílabas fronteiriças se reorganizem de forma a garantir que a posição de *onset*, constituinte silábico (Goldsmith, 2011), esteja preenchida. A estrutura silábica, conforme é proposta por Selkirk (1982) e Goldsmith (2011), está mostrada na figura 1, sendo que σ representa a sílaba; O, o onset; R, a rima; C, a coda; e N, o núcleo. Já em Bisol (2003), dentro da Teoria da Otimalidade (PRINCE & SMOLENSKY, 2004), é apontado que a formação de pés troqueus e também de pés binários é um motivador para a ocorrência de sândi.

Figura 1 — A estrutura silábica



Fonte: gerada pelo autor com base em Selkirk (1982) e Goldsmith (2011).

Por fim, um processo similar ocorre no encontro de sílabas com coda preenchida por /R/ ou /s/ e sílabas sem onset. Nesses casos, a ressilabificação ocorre de forma a coda se associar a posição de *onset* da sílaba em que essa posição não é preenchida, gerando σ_2 /CV/ (ex. /a.'xos a.ma.'rɛ.lo/ → [a.xo.za.ma.'rɛ.lɔ] e /a.'su.kaR a.ma.'re.lo/ → [a.'su.ka.ra..ma'rɛ.lɔ] (Tenani, 2002)); assim temos que, para /R/, ocorre *tapping* (Tenani, 2002), em que o arquifonema /R/, proposto por Câmara Jr. (1970), se torna um tepe coronal [r] e passa a atuar como *onset* de σ_2 ; e para /s/, ocorre fenômeno do vozeamento de fricativas (Tenani, 2002); por estar localizado entre dois núcleos, o fone [s], assimila o traço [+ vozeado] das vogais que estão adjacentes, tornando-se [z], ao mesmo tempo em que se associa a posição de *onset* de σ_2 .

Dessa maneira, olhar para o fenômeno de sândi vocálico externo e para a ressilabificação causada pelo *tapping* e pelo vozeamento de fricativas é interessante para compreender a estrutura subjacente das vogais nasais, já que, se a hipótese dissegmental de Câmara Jr. (1970) estiver correta, a estrutura /VN/ impede que o sândi vocálico externo ocorra, mas seria possível que uma ressilabificação similar ao *tapping* e ao vozeamento de fricativas aconteça. Por outro lado, se o sândi ocorrer, enquanto não

ocorrerem casos em que o arquifonema nasal emergja na posição de *onset*, teremos um argumento favorecendo a hipótese monofonêmica, já que a estrutura / \tilde{V} / não teria uma motivação para bloquear o sândi.

3. METODOLOGIA

A fim de verificar se existe a ocorrência de sândi entre vogais nasais, foi realizado um experimento; contando com a participação de 6 falantes nativos do português brasileiro, nascidos no Sul de Minas Gerais e com ensino médio completo, a fim de que a variedade dialetal do português brasileiro seja uniforme; os participantes foram gravados falando a frase veículo “Ela disse X baixinho”, contendo um par de palavras alvo ou de distratores que substituirão o “X” na frase; a escolha pela utilização de uma frase veículo se dá por esta permitir o controle da estrutura prosódica, assim permitindo que sejam previsíveis as posições em que o acento frasal ocorre, visto que este é determinante para o fenômeno, como mostra Tenani (2002). Cada participante realizou duas baterias de leitura, contabilizando, assim, duas gravações por participante.

Os participantes foram divididos em dois grupos, com metade dos participantes tendo faixa etária de 18 até 30 anos, e a outra metade na faixa etária de 31 até 40 anos, sendo essa escolha justificada pelo maior número de pessoas nessas faixas etárias (IBGE, 2022). Os grupos serão analisados separadamente a fim de determinar se estaria ocorrendo variação entre os dois grupos em relação a produção de sândi. Os participantes realizaram o experimento remotamente, por meio da leitura de slides, utilizando a plataforma Google Slides¹. A apresentação contou com 25 slides com as frases veículos; a fim de que os participantes não decorassem a ordem dos slides, a apresentação foi aleatorizada utilizando a extensão Slides Randomizer², que permite a aleatorização da ordem dos slides.

As palavras foram selecionadas de acordo com Tenani (2002) que estudou a ocorrência de sândi no PB e em sua pesquisa, a autora encontrou que o sândi vocálico é bloqueado quando a segunda palavra do par tiver seu acento primário na primeira sílaba; isso acontece pois o acento frasal recai sobre a sílaba acentuada da segunda palavra dentro das frases veículos desse tipo. Foram selecionadas tanto palavras que cumprem essa condição, quanto palavras em que o sândi seria bloqueado para a vogal

¹ Disponível em: <https://docs.google.com/presentation>

² Disponível em: <https://ott-o-matic.com/ott-o-matic-slides-randomizer>

[ẽ], de forma a se garantir um maior volume de dados, permitindo que se compare a duração média da vogal [ẽ] com e sem ocorrência de sândi. Foram selecionadas 9 palavras para a vogal [ẽ] e 2 palavras para cada uma das outras possíveis vogais nasais. Sendo estas:

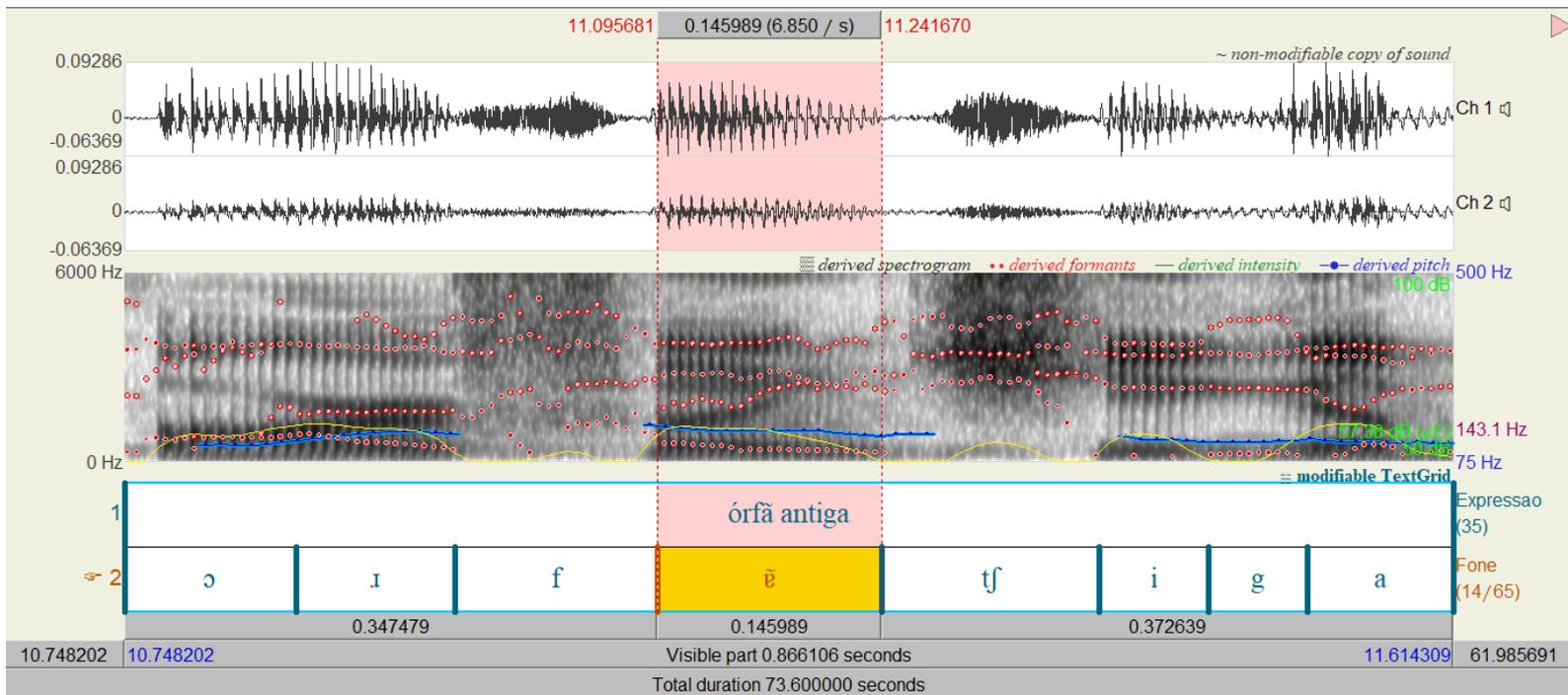
Tabela 3 — Pares de palavras utilizados no experimento

Vogal	V ₂ átona	V ₂ tônica
[ẽ]	rã anfíbia - lâ angelical - órfã antiga - galã angustiado - alemã anténada - manhã anterior	vilã anta - ímã âmbar - anciã ancha
[ê]	origem emblemática - ordem enfática	NA
[î]	jardim imprescindível	espadachim íntegro
[ô]	moletom ondulado - som ontológico	NA
[ũ]	álbum ungido - rum umbral	NA

Fonte: Elaborado pelo autor.

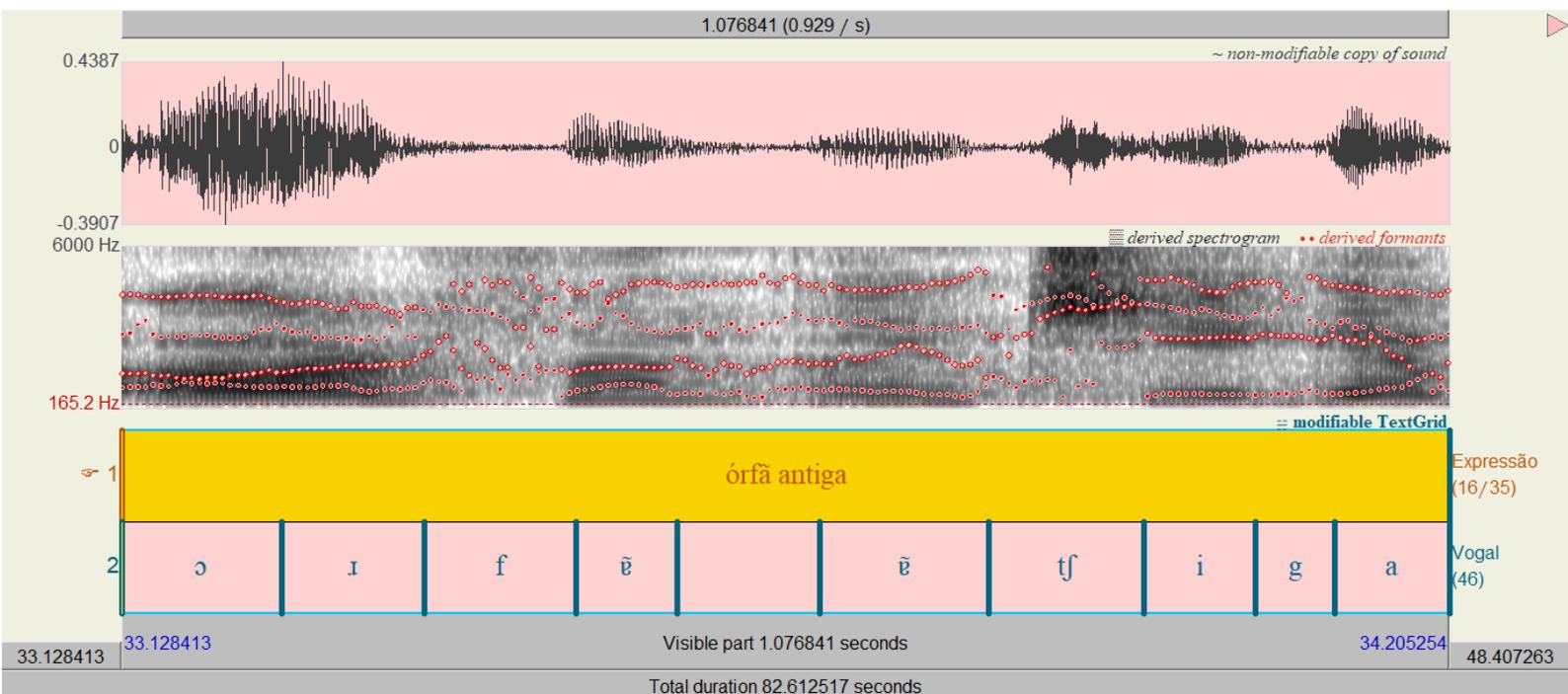
Os resultados obtidos pelas gravações foram submetidos a uma análise por meio da ferramenta PRAAT (Boersma & Weenink), permitindo a segmentação do áudio, e consequentemente, que se obtivesse a duração das vogais e a verificação da ocorrência de sândi (confira as figuras 2 e 3 ao fim do parágrafo). Os resultados da duração foram submetidos a análise estática ANOVA (ou um equivalente não paramétrico, no caso, o teste de Kruskal-Wallis), com nível de significância $\alpha = 0,05$, utilizando a linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2022). A escolha de ANOVA se dá porque este modelo de testes permite analisar o efeito de múltiplas variáveis dependentes em interação, além de indicar a homogeneidade e a normalidade dos dados, já que estas duas condições são pressupostos deste teste; além disso o teste permite verificar se existe diferença estatisticamente significativa entre as variáveis independentes.

Figura 2 — Segmentação de “órfã antiga” no Praat em caso de sândi



Fonte: Gerado pelo autor.

Figura 3 — Segmentação de “órfã antiga” no Praat em caso de não ocorrência de sândi



Fonte: Gerado pelo autor

A análise dos dados obtidos foi realizada comparando os dados duracionais das vogais orais do Português Brasileiro obtidos por Escudero *et al.* (2009) e os dados obtidos por Moraes & Wetzels (1992) acerca da duração de vogais nasais, assim os resultados obtidos pelos pesquisadores permitiram verificar a duração das vogais nasais em contextos possibilitando sândi, de forma a verificar que a duração não foi equivalente àquela de duas vogais em sequência sem pausa silenciosa. A duração das pausas silenciosas que foram presentes entre os dados sem sândi foram consideradas como parte da duração, já que não é do interesse deste trabalho investigar as características pertinentes a não produção do sândi, como a duração as características fonéticas e fonológicas relativas às diferenças das produções contendo ou não pausa silenciosa, posto que isso demandaria um aprofundamento maior sobre esta questão.

Tabela 4 — Duração médias (em *ms*) das vogais orais em posição tônica no estudo de Escudero *et al.* (2009) por sexo (F - feminino; M - masculino)

Vogal		/a/	/e/	/ɛ/	/i/	/o/	/ɔ/	/u/
Duração (ms)	F	144	122	141	99	123	139	100
	M	127	109	123	95	110	123	100

Fonte: Escudero *et al.* (2009).

Antes de apresentar os resultados, é importante apontar que em uma das gravações de um participante do grupo 1 (de 18 até 30 anos) o participante não produziu 4 pares de palavras; sendo eles: “origem emblemática”, “ordem enfática”, “órfã antiga” e “rum umbral”. A gravação não foi descartada, pois, devido às restrições de tempo e a dificuldade de encontrar voluntários. Além disso, também foram descartadas as produções de uma das participantes do grupo 2, pois nas duas gravações a participante teve dificuldades para realizar as palavras, ocasionando pausas entre as palavras de 562 ms (que foi maior que a duração completa da palavra “âmbar”, nessa gravação, que teve 352 ms) e de 630 ms (também maior que a duração da palavra “âmbar” que teve duração de 467 ms nessa outra gravação); isso poderia ser explicado por um estranhamento em relação a sequência de palavras, já que as palavras que apresentam vogais nasais em posições iniciais ou finais têm um número reduzido no PB, sendo necessário usar palavras menos comuns na montagem do experimento. Também foi

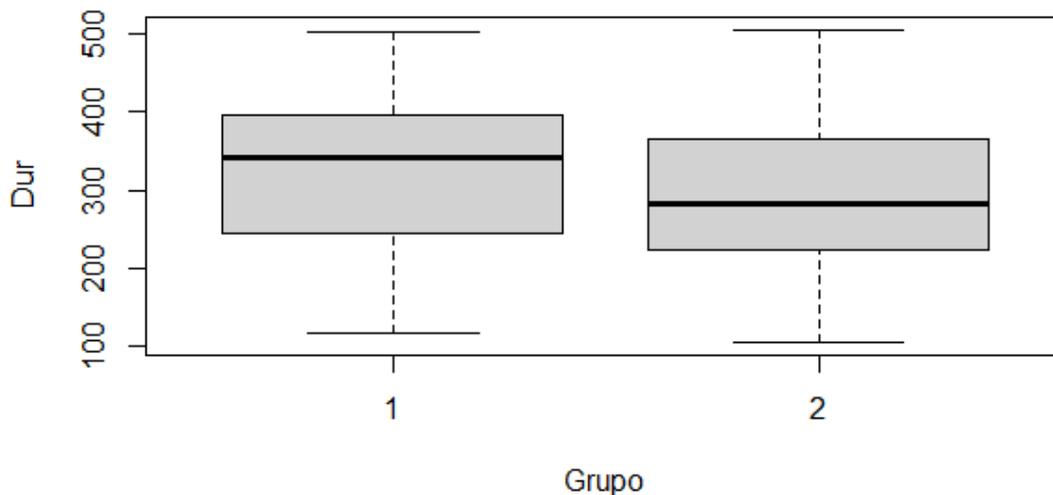
descartada uma produção de “órfã antiga” de um participante do grupo 1, pois este a produziu como “órfão”, sendo que o experimento visava comparar estruturas sem ditongos nasais, e sendo uma produção única, não seria possível compará-la estatisticamente com outras produções. Por fim, um participante realizou a sequência “ordem emblemática” ao invés de “ordem enfática”, essa produção não foi descartada, pois o sândi ainda seria possível, portanto podendo ser analisada em comparação com as outras produções relativas à vogal [ẽ].

4. RESULTADOS

4.1. Vogal [ẽ]

Realizou-se o teste de ANOVA para verificar se existiu diferença significativa sobre a duração das vogais [ẽ] entre os dois grupos; assim aplicou-se o teste de Shapiro sobre os resíduos obtidos pelo modelo ANOVA em relação às variáveis, tendo um $p\text{-value} = 0,018$, o que indica uma probabilidade desprezível de que o resíduo tenha uma distribuição normal (todos os testes utilizados assumiram um nível de significância de 5%); assim descartou-se a hipótese nula (da normalidade do resíduo), impedindo que se use ANOVA, pois este pressupõe a normalidade dos resíduos. Dessa maneira, aplicou-se o Teste de Kruskal-Wallis (equivalente não-paramétrico de ANOVA), que teve $p\text{-value} = 0,07484$, o que indica que não existe uma diferença significativa entre a duração da vogal entre os grupos.

Figura 4 — Boxplot da duração(ms) da vogal [ẽ] entre os dois grupos

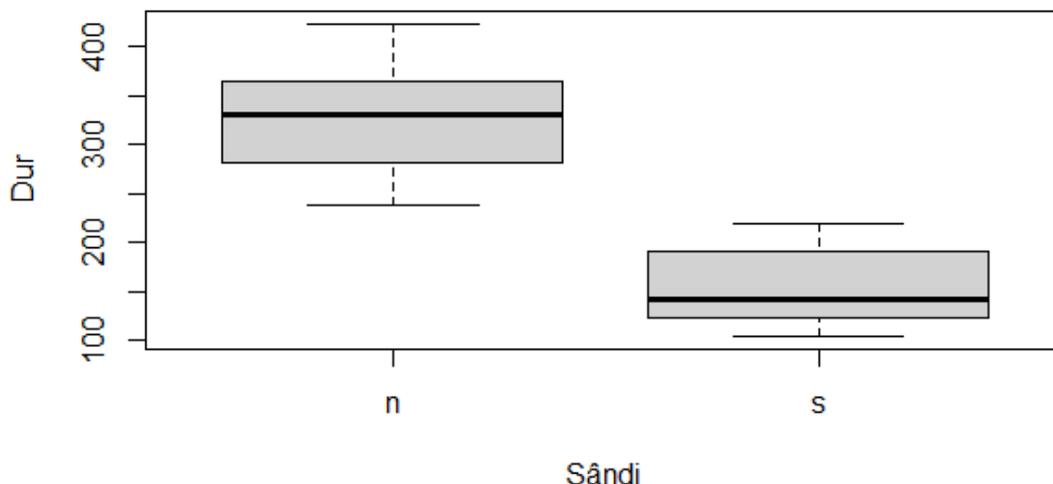


Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, como não houve diferença significativa na produção entre os grupos, assumimos que a vogal [ẽ] se comporta igualmente para os grupos.

Enquanto para a ocorrência ou não de sândi em relação à duração, temos que o Teste de Shapiro indica normalidade dos resíduos, pois $p\text{-value} = 0,0875$; aceitando-se a hipótese nula, em seguida testa-se a homogeneidade dos dados, aplicando o Teste de Fligner, cujo $p\text{-value}$ indica uma probabilidade de 4,14% de que as variâncias dos dados sejam homogêneas; como o nível de significância adotado é de 5%, assume-se o risco e adota-se a hipótese alternativa de Fligner (de que as variâncias não são homogêneas), impedindo que se prossiga com ANOVA; assim, realiza-se o teste de Kruskal-Wallis, que indica uma probabilidade de 5,375⁻¹²⁰% de que as variâncias sejam as mesmas; assim, como o nível de significância adotado é de 5%, assume-se o risco e aceita-se que existe uma diferença significativa entre os dados.

Figura 5 — Boxplot da duração(ms) da vogal [ẽ] entre a ocorrência e não ocorrência de sândi



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com o boxplot, podemos perceber que existe uma diferença significativa entre a duração das vogais produzidas em relação a presença do sândi (“s” para a ocorrência e “n” para a não ocorrência), o que indica que a análise feita para a presença de sândi possui um respaldo estatístico de que houve apenas uma vogal produzida em parâmetros duracionais.

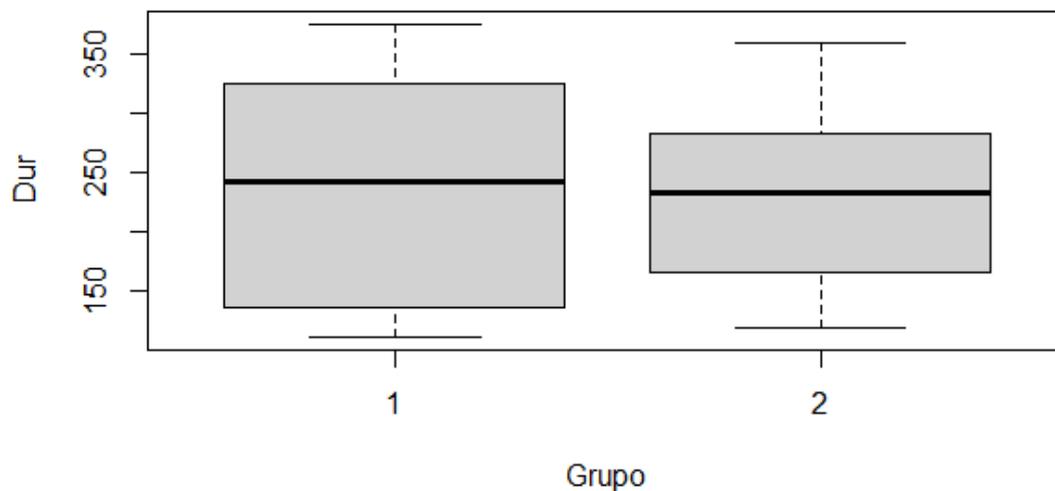
A frequência, nesse corpus, de produção de sândi para a vogal [ẽ] foi de 35,7% (25/70) para os casos possíveis, isto é, que não possuem a segunda vogal como sílaba tônica, enquanto para os casos em que o sândi não seria possível, teve uma ocorrência de 0% como previsto. A partir desse dado, podemos concluir que existe uma tendência no PB de que ocorra sândi entre duas vogais [ẽ], o que contraria a proposta bifonêmica defendida por Mattoso Câmara Jr. (1953; 1970).

Por fim, obteve-se uma média de duração 155,5 ms para [ẽ] nas ocorrências de sândi, em comparação com os valores da vogal [a] de Escudero *et al.* (2009) de 144 ms para as mulheres e 127 ms para os homens. E uma média de 353,4 ms nos casos em que não ocorreu sândi. Não foram encontrados casos em que houve uma ressilabificação de uma consoante nasal para a posição de *onset*.

4.2. Vogal [ê]

Realizou-se o teste de ANOVA para verificar se existiu diferença significativa sobre a duração das vogais [ê] entre os dois grupos; aplicou-se o teste de Shapiro sobre os resíduos obtidos pelo modelo ANOVA em relação às variáveis, que indicou um $p\text{-value} = 0.1438$; assim, assume-se a hipótese nula de que os resultados estão em distribuição normal; desse modo realiza-se o teste de Fligner para verificar a homogeneidade dos resultados, que indicou uma probabilidade 33,74% de que as variâncias são homogêneas, prosseguindo com o teste de ANOVA; por fim, confere-se a análise dos dados, utilizando a função `summary.aov()` do pacote R, que indicou um $\text{Pr}(> F)$ com probabilidade de 70,1% de que as variâncias sejam as mesmas, assim, como o nível de significância adotado é de 5%, assumindo-se a hipótese nula, assumindo, portanto, que não existe diferença significativa entre os grupos.

Figura 6 — Boxplot da duração da vogal [ê] em relação aos grupos

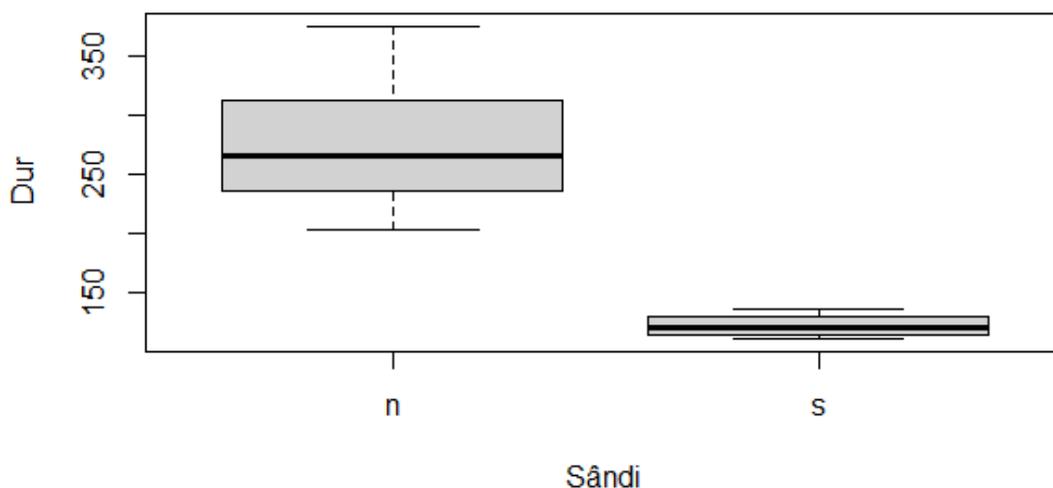


Fonte: Elaborado pelo autor.

Fez-se o teste, também para verificar se houve diferença estatisticamente significativa entre a duração e a ocorrência de sândi; assim, realizou-se o teste de Shapiro, que indicou um $p\text{-value} = 0,5974$, indicando que a amostra está em distribuição normal; desse modo realizou-se o teste de Fligner para verificar a homogeneidade dos resultados, que indicou uma probabilidade de 0,3% de que os dados sejam homogêneos;

sendo, portanto, uma violação dos pressupostos do teste de ANOVA; realizando, assim, o teste de Kruskal-Wallis (equivalente não paramétrico de ANOVA), que teve p-value = 0,0004; desse modo, assume-se o risco e aceita-se a hipótese alternativa de que os dados apresentem diferença significativa.

Figura 7 — Boxplot da duração da vogal [ẽ] em relação a ocorrência de Sândi



Fonte: Elaborado pelo autor.

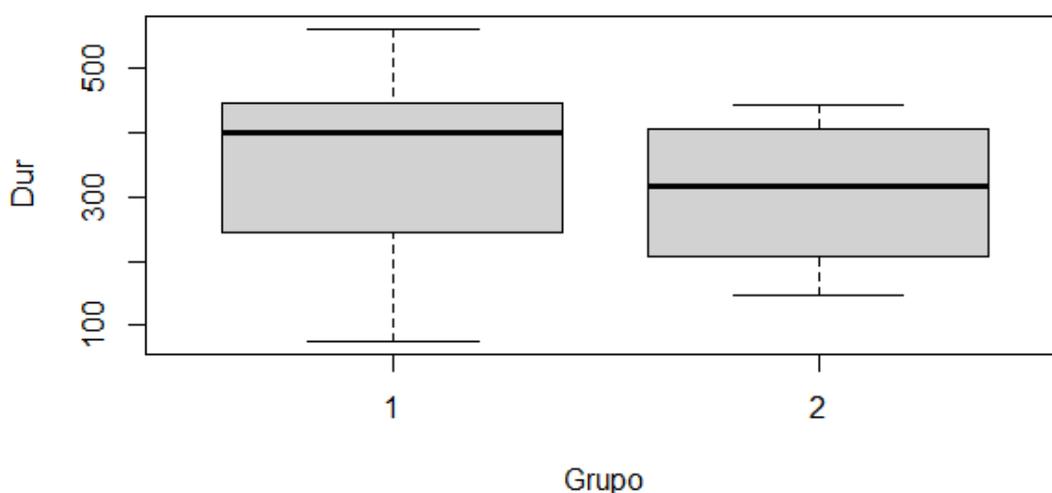
Por fim, obteve-se uma duração média da vogal [ẽ], em casos de ocorrências de sândi, de 122,5 ms, em comparação com a média para vogal [e] em Escudero *et al.* (2009), em que a vogal oral tem média de 122 ms para as mulheres e 109 ms para os homens. A duração média nos casos em que o sândi não ocorreu foi de 275,3 ms. A frequência de ocorrência de sândi foi de 27,3% (6/22) para o corpus obtido. Não foram encontrados casos em que houve uma ressilabificação de uma consoante nasal para a posição de *onset*.

4.3. Vogal [ĩ]

Realizou-se o teste de ANOVA para verificar se existiu diferença significativa sobre a duração das vogais [ĩ] entre os dois grupos, aplicando-se o teste de Shapiro sobre os resíduos obtidos pelo modelo ANOVA em relação às variáveis, que indicou um p-value = 0,07599, aceitando-se a hipótese nula e assumindo que os dados estão em

distribuição normal; desse modo, realiza-se o teste de Fligner, que indicou $p\text{-value} = 0,8151$, indicando que as variâncias são homogêneas; finalizou-se o teste de ANOVA utilizando a função `summary.aov()`, que teve como resultado $\text{Pr}(>F)$ com probabilidade de 42,8% de que as variâncias sejam as mesmas, assim, como o nível de significância adotado é de 5%; assume-se a hipótese nula, aceitando, portanto, que não existe diferença significativa entre os grupos.

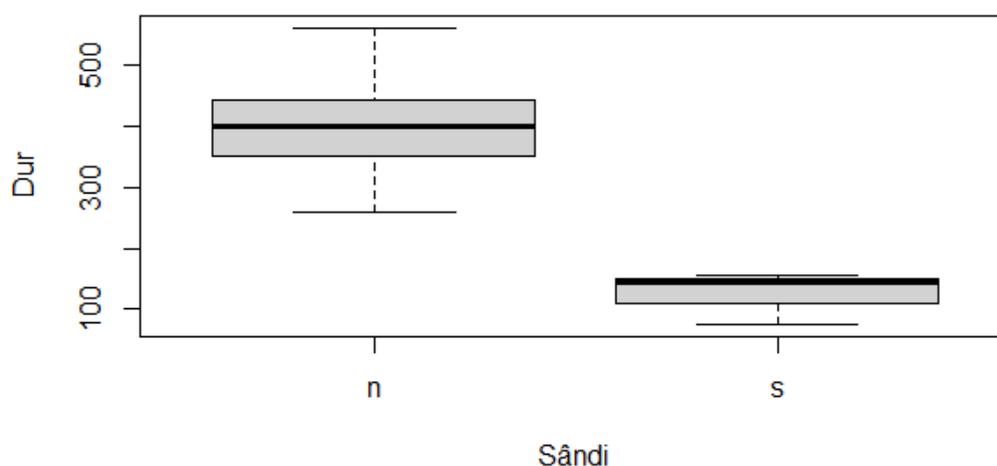
Figura 8 — Boxplot da duração da vogal [i] entre os grupo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Também realizou-se o teste de ANOVA entre a duração e a ocorrência de sândi. Assim, usou-se o teste de Shapiro, que indicou um $p\text{-value} = 0,654$, indicando uma distribuição normal; aplicou-se então o teste de Fligner, que indicou uma probabilidade de 4,066% de que as amostras sejam homogêneas, rejeitando-se, portanto, a hipótese nula; dessa forma, realizou-se o teste de Kruskal-Wallis que indicou uma probabilidade de 0,03%, de modo que se rejeitou a hipótese nula e assumiu-se o risco, aceitando que exista uma diferença significativa entre as variâncias.

Figura 9 — Boxplot da duração da vogal [ĩ] em relação a ocorrência de sândi



Fonte: Elaborado pelo autor.

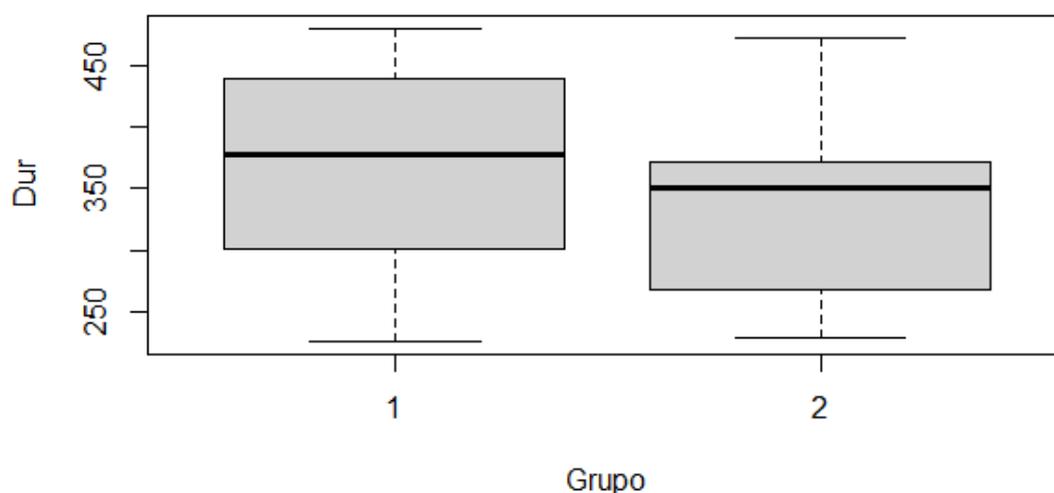
A frequência de ocorrência do sândi para vogal [ĩ] foi de 50% (6/12). No entanto, devido ao baixo volume de dados de possível ocorrência de sândi no corpus (apenas 12 pares de palavras produzidos), esse valor pode não corresponder à realidade de uma população maior, sendo recomendada a cautela ao olhar-se para essa frequência. A duração média da vogal [ĩ] nos casos de ocorrência de sândi foi de 129,7 ms, enquanto no estudo de Escudero *et al.* (2009) a duração média foi de 99 ms para as mulheres e de 95 ms para os homens. A duração média nos casos em que o sândi não ocorreu foi de 397,78 ms. Não foram encontrados casos em que houve uma ressilabificação de uma consoante nasal para a posição de *onset*.

4.4. Vogal [õ]

Realizou-se o procedimento para a aplicação do teste de ANOVA ou seu equivalente não paramétrico para a duração da vogal [õ] entre os grupos. Assim aplicou-se o teste de Shapiro sobre os resíduos do modelo de ANOVA, encontrando um p-value = 0,4002, indicando que uma distribuição normal dos dados. Assim, prosseguindo com o teste de ANOVA; aplicou-se o teste de Fligner, que indicou uma probabilidade de 38,67% de que as amostras sejam homogêneas; como a probabilidade é maior do que o nível de significância, assume-se a homogeneidade da amostra.

Utilizando a função `summary.aov()` para finalizar o teste de ANOVA e verificar se existe diferença significativa entre as variâncias; a função indicou que existe uma possibilidade de 26,6% de que as variâncias sejam as mesmas. Sendo assim, assume-se que não existe diferença estatisticamente significativa entre os grupos para a duração.

Figura 10 — Boxplot da duração da vogal [õ] entre os grupos



Fonte: Elaborado pelo autor.

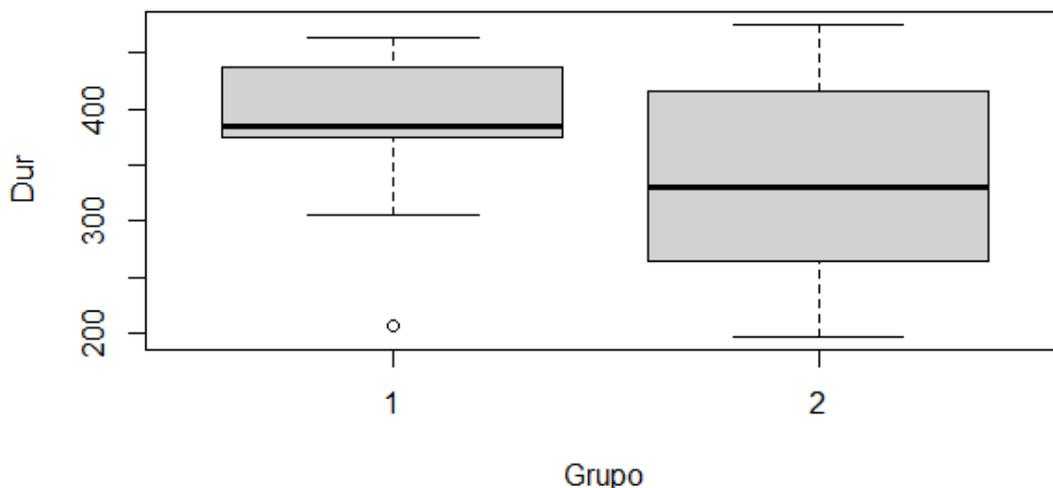
Por fim, não houve ocorrência de sândi para a vogal [õ]. Sendo assim, corroborando Mattoso (1970), quanto a que não haveria sândi entre vogais nasais, pelo menos para essa vogal em questão. A duração média dos casos em que não ocorreu sândi foi de 347,7 ms. Não foram encontrados casos em que houve uma ressilabificação de uma consoante nasal para a posição de *onset*.

4.5. Vogal [ũ]

Realizou-se o teste de ANOVA para a duração da vogal [ũ] entre os grupos; assim, o teste de Shapiro indicou um $p\text{-value} = 0,6206$; assim, aceitou-se a hipótese nula, assumindo a normalidade da amostra; utilizando o teste de Fligner, obteve-se uma probabilidade de 29,89% de que os dados sejam homogêneos, aceitando a homogeneidade da amostra; desse modo, utilizou-se a função `summary.aov()` para finalizar o teste de ANOVA, que indicou uma probabilidade de 15,5% de que as

variâncias sejam as mesmas, posto que o nível de significância adotado é de 5%. Sendo assim, as amostras das variâncias, neste corpus, não apresentam diferenças significativas.

Figura 11 — Boxplot da duração da vogal [ũ] entre os grupos



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise no Praat, indicou que não houve casos de sândi para a vogal [ũ]; dessa maneira, como com a vogal [õ], o comportamento esperado foi aquele previsto por Câmara Jr (1970), caso as vogais nasais sejam decorrentes de uma estrutura /VN/. A duração média dos casos em que o sândi não ocorreu foi de 357 ms. Não foram encontrados casos em que houve uma ressilabificação de uma consoante nasal para a posição de *onset*.

4.6. Conclusões

Ambos os grupos apresentaram valores muito similares em relação a frequência de sândi nos casos possíveis, 35,3% para o grupo 1 e de 34,5% para o grupo 2. A partir do exposto nessa seção, pode-se supor que os grupos compartilham de uma gramática estabilizada entre si em relação a esse fenômeno; sendo assim, considera-se que a gramática dos dois grupos nesse corpus é a mesma. Devido ao baixo volume de dados da vogal [ĩ], não se a utilizou para a modelagem, já que os dados obtidos por ela não

podem ser confiáveis e causariam uma mudança considerável nas interpretações possíveis para as outras vogais.

Conforme os dados apresentados, podemos ver que nos casos em que o sândi ocorreu, as durações médias de cada vogal nasal se aproximam das durações médias das vogais orais encontradas no estudo de Escudero *et al.* (2009). E, apesar de terem durações maiores, isso já era esperado, pois os estudos de Moraes & Wetzels (1992), Souza (1994) e Valentim (2009), já apontam para uma duração maior das vogais nasais; não é possível atribuir essa duração maior a uma mora extra como é apontado por Valentim (2009), pois poderia corresponder apenas uma consequência do abaixamento do véu palatino necessário para a produção de nasalidade.

Também é interessante notar que não houve casos em que exista a emergência de uma consoante nasal na posição de *onset* durante a ressilabificação, já que se, de fato, essa consoante nasal esteja presente na estrutura como prevê a hipótese dissegmental, e sua deleção constitui uma regra opcional como é apontado por Câmara Jr. (1970) e Cagliari (1977) seria esperado que em, pelo menos, alguns dos casos ela fosse ressilabificada para a posição de *onset*, similar aos casos de *tapping* e vozeamento de fricativas observados por Tenani (2002). A ausência de realizações com a presença de um *onset* nasal faz com que a interpretação do sândi em vogais nasais favoreça a hipótese monossegmental para o PB.

Por fim, a presença de sândi para 3 das 5 vogais nasais presentes no PB e não ocorrência de ressilabificação da consoante nasal para a posição *onset*, processo que seria similar ao *tapping* e ao vozeamento de fricativas apontados por Tenani (2002), favorecem a hipótese monossegmental. Os resultados podem ser sintetizados nas tabelas 5 e 6 abaixo.

Tabela 5 — Ocorrência de sândi em relação e *onset* nasal em contextos possíveis

Vogal	Ocorrência de sândi	<i>Onset</i> nasal
[ẽ]	35,7% (25/70)	0% (0/70)
[ē]	27,3% (6/22)	0% (0/22)
[ĩ]	50% (6/12)	0% (0/12)
[õ]	0% (0/24)	0% (0/24)
[ũ]	0% (/24)	0% (0/24)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 — Duração média (em ms.) das vogais nasais em caso ou não de sândi

Vogal	Ocorrência de sândi	Não ocorrência de sândi
[ẽ]	155,50	353,37
[ē]	122,50	275,56
[ĩ]	129,67	397,78
[õ]	NA	347,70
[ũ]	NA	357,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

5. GRAMÁTICA HARMÔNICA E A GRAMÁTICA DE MÁXIMA ENTROPIA

A Teoria da Otimalidade (Prince & Smolensky, 2004) propõe uma hierarquização de restrições universais à linguagem humana; assim, cada língua seria regida pela hierarquização dessas restrições, sendo que as hierarquias de cada língua seriam diferentes entre si, de modo que uma mesma restrição pode assumir posições hierárquicas diferentes entre duas ou mais línguas. Além disso, essa gramática proposta tem dois componentes que atuam em conjunto com as restrições para determinar o candidato ótimo, aquele que efetivamente é produzido, sendo eles: Gen (*Generator*) e Eval (*Evaluator*).

Segundo McCarthy (2008), o componente Gen é responsável por gerar o conjunto de *outputs* possíveis para uma determinada língua a partir de um *input*, sendo que esse conjunto também pode ser chamado de conjunto de candidatos; esses candidatos então são submetidos ao outro componente, Eval, que, por sua vez, irá submeter os candidatos a avaliações que consistem em verificar quais restrições eles violam. Esse procedimento acontece a partir da restrição com o maior ranqueamento na hierarquia da língua em direção àquela com o menor ranqueamento; assim, todos os candidatos serão avaliados em função de uma restrição por vez, de maneira que aqueles que violarem as hierarquias mais altas serão descartados, enquanto aqueles que não as violarem serão favorecidos. Esse processo será repetido até que apenas um candidato permaneça, sendo esse então o candidato ótimo e aquele que, de fato, será produzido na fala.

Utilizamos uma versão mais recente da Teoria da Otimalidade, mais especificamente da Gramática Harmônica, visto que seu uso se dá em função de que o modelo permite descrever fenômenos decorrentes de violações cumulativas de restrições, como mostra Pater (2009). Com esse modelo, atribui-se um valor (positivo) para o peso (w) para cada restrição, que a cada violação será somado e cujo resultado será multiplicado por um valor negativo (convencionalmente -1), sendo o resultado a harmonia (H); o candidato que tiver o maior valor de harmonia será a forma ótima, ao invés de hierarquizá-las como ocorre na Teoria da Otimalidade clássica. Assim, esses fenômenos são passíveis de análise pela Gramática Harmônica, já que as restrições não estão em relação de dominância estrita. Além disso, Pater (2009) aponta que muitos dos

resultados obtidos pela Teoria da Otimalidade podem ser “traduzidos” para a Gramática Harmônica com a mesma tipologia, desde que os valores dos pesos sejam positivos; ao mesmo tempo que suas descrições podem ser usadas tanto dentro de modelos gerativos, como de outros modelos que estudam o conhecimento linguístico, sendo, portanto, bastante produtivo nesse sentido. Dessa maneira, devemos entender que se uma restrição 1 (r_1) tiver um peso (w) maior do que uma restrição 2 (r_2), o candidato que violar r_1 será avaliado por essa gramática como uma opção pior do que outro candidato que viole r_2 , pois $w_{r_1} > w_{r_2}$. No entanto, caso um candidato viole r_2 n vezes, sendo n um valor numérico suficiente para que $n.w_{r_2} > w_{r_1}$, o candidato escolhido pela gramática seja aquele que viola a r_1 , diferentemente de como ocorre na Teoria da Otimalidade.

Por fim, trata-se de um modelo de uma Gramática de Máxima Entropia, como é proposto por Goldwater *et al* (2003); assim, permitindo sua manipulação na ferramenta computacional *MaxEnt Grammar Tool*³ (Hayes et al. 2009) que será usada de base para a modelagem. Essa ferramenta permite, através de um modelo de Máxima Entropia, avaliar a ocorrência de variação para o recorte estudado, sem o uso de restrições flutuantes, calculando também a probabilidade de ocorrência das possíveis formas realizadas, visto que uma análise em uma Gramática de Máxima Entropia é uma análise em um modelo estocástico, ou seja, um modelo probabilístico que usa de estatística para realizar previsões para um conjunto de dados de uma população.

5.1. Restrições fonológicas

Para a modelagem, conforme explicado hipótese monossegmental defendida por Lüdtkke (1953 *apud* Balduino, 2018) e de Leite (1974 *apud* Callou & Leite, 1990). Dessa maneira, é possível supor que a não ocorrência de sândi em vogais labiais seja em função uma restrição **MaxIO (labial)** que bloqueie o processo para as vogais [õ] e [ũ].

Além disso, para explicar a maior ocorrência de sândi nas sequências com a vogal [ẽ] em relação à vogal [ê], partiu-se de Abaurre & Sandalo (2008, 2012), que apontam para a vogal central oral /a/ não possuir traço de ponto, sendo debucalizada; as autoras apontam que a vogal /a/ não desencadeia nem bloqueia a harmonia vocálica, assim /a/ não desencadeia o abaixamento de vogais médias; assim: /me.'la.do/ → *[me.'la.do] (Abaurre & Sandalo, 2008). Além disso, a vogal central quando realizada como nasal, em alguns dialetos paulistas, não resultaria na cópia do traço de ponto pela

³ Disponível em: <https://linguistics.ucla.edu/people/hayes/MaxentGrammarTool/>. Acesso em: 05/10/2023

consoante nasal e sim da consoante na posição de *onset* da sílaba seguinte, enquanto as vogais anteriores e labias teriam seu traço de ponto copiado pela consoante nasal; desse modo: /'on.da/ → ['õw.da]; /seN.'tiR/ → [sẽy.'tir] e /aN.'po.la/ → [ãm.'po.la] (Abaurre & Sandalo, 2008). Os exemplos levantados pelas autoras mostram argumentos em favor de uma proposta em que a vogal central oral seja debucalizada. Assim, partindo dessa interpretação, entende-se que ao considerar a vogal central nasal como um fonema, ela terá um comportamento similar a vogal central oral, permitindo que funcionem como uma classe de vogais debucalizadas; dessa forma, essas vogais aparentam apresentar uma tendência maior a serem suscetíveis ao processo de sândi, enquanto as vogais anteriores tenham uma tendência ligeiramente maior a serem preservadas e as vogais dorsais sejam completamente preservadas nesse processo. Assim, é possível que, partindo de uma interpretação monossegmental das vogais nasais, elas se comportem de maneira análoga a suas contrapartes orais no sistema, assim os fonemas /a/ e /ẽ/ serão debucalizados, permitindo, que se postule uma restrição **MaxIO (anterior)** para explicar a menor ocorrência do sândi na vogal [ẽ].

Para explicar a impossibilidade da ocorrência de sândi, quando a sílaba acentuada da segunda palavra está na posição inicial da palavra e, conseqüentemente, o acento frasal ocorre na mesma sílaba — responsável pelo bloqueio, como mostra Tenani (2002) — será usada a restrição **MaxIO (stress)**, que funcionará como uma restrição contrária a deleção de segmentos nas sílabas em que o acento primário recai, dessa forma, apesar de não encapsular completamente o que é apontado por Tenani (2002), funcionará, dentro desse corpus de maneira similar ao bloqueio proposto pela autora em seu estudo. Por fim, usaremos as restrições **MaxIO**, **Troch-FT**, **FTBIN**, e **Onset**, utilizadas por Bisol (2003) para explicar a degeminação nas vogais orais, e também a restrição **PARSE-SYL** para que possa atuar em oposição às **Troch-FT** e **FTBIN**, de forma a restringir que muitas sílabas não sejam parseadas para garantir pés troqueus e binários.

Assim, as restrições são:

MaxIO: Assinala uma violação para cada segmento presente no input que não está presente no output. (McCarthy & Prince, 1995 *apud* Bisol, 2003)

FTBIN: Assinala uma violação para cada pé que não seja um dissílabo. (Prince & Smolensky, 1993 *apud* Bisol, 2003).

Troch-FT: Assinala uma violação para cada pé que não seja um troqueu (‘σσ). (Prince & Smolensky, 1993 *apud* Bisol, 2003).

MaxIO (labial): Assinala uma violação para cada segmento de traço [+labial] presente no input que não está presente no output.

MaxIO (stress): Assinala uma violação para cada segmento presente na sílaba acentuada no input que não está presente no output.

Onset: Assinala uma violação para cada sílaba que não tiver um segmento no onset no output. (Bisol 2003)

PARSE-SYL: Assinala uma violação para cada sílaba não parseada, isto é, que não esteja compondo um pé. (Kager 1999)

MaxIO (anterior): Assinala uma violação para cada segmento de traço [+anterior] presente no input que não está presente no output.

Após usar a ferramenta MaxEnt Grammar Tool, obteve-se o seguintes pesos para cada restrição:

Tabela 7 — Peso das restrições gerados pelo MaxEnt

MaxIO	0,022554946979504328
MaxIO (labial)	16,63889043519311
Troch-FT	3,565329892095452
MaxIO (stress)	12,897535787636986
FTBIN	0,08860720218699591
Onset	0,09533664747500332
PARSE-SYL	0,7514848555737345
MaxIO (anterior)	1,056355844574163

Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante ressaltar que não será olhado para a presença de um murmúrio nasal na posição de coda silábica, apesar de terem ocorrido casos tanto com ou sem a sua presença, visto que isso fugiria ao recorte analisado, sendo necessário um estudo mais aprofundado sobre essa questão.

Além disso, Marques & Scarborough (2020) apontaram que a presença do murmúrio não parece ser relevante para a percepção da vogal como nasal por falantes da

língua, além disso, tentar encapsular em apenas uma análise tanto o fenômeno de sândi quanto o processo de deleção e ditongação da consoante nasal nas outras vogais irá prejudicar a análise que se pretende fazer neste trabalho, ao mesmo tempo que Valentim (2009) aponta que o murmúrio nasal não corresponde, necessariamente, a uma consoante nasal e que sua presença é condicionada por outros fatores, como a consoante precedente.

Por fim, como a modelagem proposta seguiu a hipótese monosssegmental, já que o sândi ocorreu entre vogais nasais, enquanto não houve a ressilabificação de uma consoante nasal para a posição de *onset*, sendo assim, uma explicação mais econômica em termos gramaticais é assumir que as vogais nasais são monosssegmentais, como proposto por Leite (1974 *apud* Callou & Leite, 1990), do que estabelecer que o arquifonema nasal /N/ de Câmara Jr. (1970) tem um estatuto que o diferencia das fricativas não vozeadas em posição de coda que são ressilabificadas para a posição de *onset* e, conseqüentemente, vozeadas ou dos róticos que são ressilabificados para a posição de *onset* e são realizados como *tap*, ambos fenômenos descritos em Tenani (2002), já que não existem evidências suficientes, no momento, para que isso seja postulado. Assim, é preferível analisar, com base nos dados aqui expostos, as vogais nasais como um fonema.

5.2. Tableaux

Nesta seção apresentamos os tableaux obtidos para cada uma das variáveis presentes no experimento, a fim de clarificar os resultados obtidos. Sendo as variáveis que influenciam nos tableaux: vogal e posição do acento frasal.

Tabela 8 — Tableaux para a vogal /ẽ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal

ga.'lẽ.ẽ.gus.ti.'a.do	MaxIO 0,026	Troch-FT 3,565	FTBIN 0,089	PARSE- SYL 0,751	Onset 0,095	H
(ga.'lẽ)(gus.t̃ĩ)('a.do)	1	1	0	0	1	-3,686
ga.('lẽ.gus.)t̃ĩ.('a.do)	1	0	0	1	1	-0,872
ga.('lẽ.ẽ)(gus.t̃ĩ) ('a.do)	0	0	0	1	2	-0,941

(ga.'lẽ.)ẽ(gus.t̃ĩ) (a.do)	0	1	0	1	2	-4,506
(ga.'lẽ.)(ẽ.)(gus.t̃ĩ) (a.do)	0	2	1	0	2	-7,409

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do tableaux, pode-se perceber que existe uma tendência de que os falantes prefiram a forma [ga.('lẽ.ẽ)(gus.t̃ĩ)(a.do)], no entanto, conforme já discutido anteriormente, a Gramática de Máxima Entropia tem uma abordagem por meio de pesos e também estocástica, o que, diferente da OT Clássica, permite que, apesar de um candidato ser preferido pela gramática, outras formas ocorram, prevendo assim, sua frequência de ocorrência dentro da gramática em análise. Também é importante notar que as restrições, **MaxIO (labial)**, **MaxIO (anterior)** e **MaxIO (stress)** não foram necessárias para a análise nesse caso, pois não houve violação dessas restrições; sendo assim, convencionalmente, não é necessário adicioná-las ao tableaux.

Tabela 9 — Tableaux para a vogal /ẽ/ com bloqueio de sândi pelo acento frasal

/vi.'lẽ.'ẽ.ta/	MaxIO 0,026	Troch- FT 3,565	FTBIN 0,089	MaxIO (stress) 12,898	Onset 0,095	H
(vi.'lẽ.)(ẽ.ta)	0	1	0	0	1	-3,660
('vi.)(lẽ.ta)	1	1	1	1	0	-16,584
(vi.'lẽ.)(ta)	1	2	1	1	0	-20,143

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tabela 9, é possível notar como o acento frasal bloqueia o processo de sândi, conforme foi descrito por Tenani (2002); o alto peso da restrição faz que os candidatos que a violem tenham uma harmonia muito baixa em relação àqueles que não a violam, fazendo com que as probabilidades de suas ocorrências também sejam reduzidas em relação aos outros candidatos e fazendo com que tenham uma tendência a zero, como será mostrado na seção 6.1.3. Também não foi necessário utilizar a restrição **PARSE-SYL** nesse caso específico, mas a presença de uma violação da restrição

MaxIO (stress) tende a proibir o sândi no PB, já que o cálculo da probabilidade de ocorrência no *MaxEnt* nada mais é do que da divisão de e^H pela soma dos resultados da constante e^H para cada um dos candidatos; assim, uma violação de uma restrição de peso muito alto, em relação aos outros pesos na análise, cause um valor muito baixo de harmonia em relação à outros candidatos levando a que a probabilidade de ocorrência desse candidato tenda a 0%.

Tabela 10 — Tableaux para a vogal [ẽ] sem bloqueio de sândi pelo acento frasal

o.'ri.ʒẽ.ẽ.ble.'ma.ti. ka	MaxIO 0,026	MaxIO (anterior) 1,056	Troch-FT 3,565	FTBIN 0,089	PARSE- SYL 0,751	Onset 0,095	H
(o.'ri.)(ʒẽ.ẽ.) (ble.'ma.)(tʃĩ.ka)	0	0	2	0	0	2	-7,320
o.'ri.ʒẽ.)(ẽ.ble.) (ma.tʃĩ.)ka	0	0	0	0	2	2	-1,692
(o.'ri.)(ʒẽ.ble.) (ma.tʃĩ.)ka	1	1	1	0	1	1	-5,493
o.'ri.ʒẽ.)(ẽ.ble.) (ma.tʃĩ.ka)	0	0	1	1	1	2	-4,595
o.'ri.ʒẽ.ble.) (ma.tʃĩ.ka)	1	1	2	2	1	1	-9,236
o.'ri.ʒẽ.)ble. (ma.tʃĩ.)ka	1	1	0	0	3	1	-3,430

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que apenas a restrição **MaxIO (anterior)** foi ativada na Tabela 10 além daquelas que já estavam presentes na Tabela 8; portanto, a explicação para o bloqueio de sândi para as vogais dorsais esteja restrito justamente a traços de pontos relacionados a estas. Deste modo, para este estudo supôs-se que o traço [+ labial], presente em [õ] e [ũ], atua como um bloqueador do sândi para essas vogais no presente corpus. Assim, a tabela 11, mostra esse bloqueio que ocorre nas vogais labiais.

Tabela 11 — Tableaux para a vogal [õ] sem bloqueio de sândi pelo acento frasal

'sõ.õ.to.'lo.ʒi.ko	MaxIO 0,026	Troch- FT 3,565	FTBIN 0,089	MaxIO (labial) 16,639	PARSE -SYL 0,751	Onset 0,095	H
('sõ.õ) (to.'lo)(ʒi.ko)	0	1	0	0	0	1	-3,660
('sõ.to.) (lo.ʒi.)ko	1	0	0	1	1	0	-17,416
('sõ.to.) (lo.ʒi.ko)	1	1	1	1	0	0	-20,319
('sõ.õ.)to. (lo.ʒi.ko)	0	1	1	0	1	1	-4,500
('sõ.õ.)to. (lo.ʒi.)ko	0	0	0	0	2	1	-1,597
('sõ).(õ.to.) (lo.ʒi.)ko	0	1	1	0	1	1	-4,500

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela 11 mostra também o efeito do peso da restrição **MaxIO (labial)**, indicando que sua violação bloqueia o fenômeno do sândi; o mesmo processo acontece com a vogal /ũ/. Conforme foi dito na subseção anterior, não se representou o processo de deleção do segmento consonantal, pois isto pode prejudicar a análise do fenômeno de sândi. Por fim, apesar do bloqueio do sândi, manteve-se a hipótese monossegmental, já que não existe uma proposta que híbrida entre a monossegmental e a dissegmental que postule a vogal central nasal e as vogais anteriores nasais como monossegmentais, enquanto as vogais labiais sejam nasalizadas por uma estrutura dissegmental.

5.3. Predições

Como foi dito no início da seção 6, o software *MaxEnt Grammar Tool*, ao gerar uma gramática, faz também uma predição probabilística da ocorrência de cada um dos

outputs a partir dos tableaux inseridos. A seguir estão as tabelas com as predições feitas pela ferramenta e a sua comparação com as ocorrências obtidas nas gravações.

Tabela 12 — Frequências para os outputs do tableaux para a vogal /ẽ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal

Outputs	Proporção dos dados	Predição
(ga.'lẽ.)(gus.t̃fĩ.)(a.do)	7,1%	4%
ga.('lẽ.gus.)t̃fĩ.(a.do)	28,6%	31,8%
ga.('lẽ.ẽ.)(gus.t̃fĩ.)(a.do)	61,4%	62,4%
(ga.'lẽ.)ẽ.(gus.t̃fĩ.)(a.do)	2,9%	1,8%
(ga.'lẽ.)(ẽ.)(gus.t̃fĩ.)(a.do)	0%	0%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 13 — Frequências para a ocorrência de sândi para o tableaux para a vogal /ẽ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal

Presença de sândi	Proporção dos dados	Predição
Sim	35,7%	35,8%
Não	64,3%	64,2%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 14 — Frequências para os outputs do tableaux para a vogal /ẽ/ com bloqueio de sândi pelo acento frasal

Output	Proporção dos dados	Predição
(vi.'lẽ.)(ẽ.ta)	100%	100%
('vi.)(lẽ.ta)	0%	0%
(vi.'lẽ.)(ta)	0%	0%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 15 — Frequências para ocorrência de sândi para o tableaux para a vogal /ẽ/ com bloqueio de sândi pelo acento frasal

Presença de sândi	Proporção dos dados	Predição
Sim	0%	0%
Não	100%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 16 — Frequências para os outputs do tableaux para a vogal /ẽ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal

Output	Proporção dos dados	Predição
(o.'ri.)(zẽ.ẽ.)(ble.'ma.)(t̃ĩ.ka)	0%	0,2%
o.('ri.zẽ.)(ẽ.ble.)('ma.t̃ĩ.ka)	68,2%	68,7%
(o.'ri.)(zẽ.ble.)('ma.t̃ĩ.ka)	0%	1,5%
o.('ri.zẽ.)(ẽ.ble.)('ma.t̃ĩ.ka)	4,5%	3,9%
o.('ri.zẽ.ble.)('ma.t̃ĩ.ka)	0%	0%
o.('ri.zẽ.)ble.('ma.t̃ĩ.ka)	27,3%	25,7%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 17 — Frequências para ocorrência de sândi para o tableaux para a vogal /ẽ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal

Presença de sândi	Proporção dos dados	Predição
Sim	27,3%	27,2%
Não	72,7%	72,8%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 18 — Frequências para os outputs do tableaux para a vogal /õ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal

Output	Proporção dos dados	Predição
('sõ.õ.)(to.'lo.)(zi.ko)	8,3%	10,3%
('sõ.to.)('lo.zi.)ko	0%	0%

('sõ.to.)(lo.ʒi.ko)	0%	0%
('sõ.õ.to.)(lo.ʒi.ko)	8,3%	4,4%
('sõ.õ.to.)(lo.ʒi.)ko	84,3%	80,9%
('sõ.)(õ.to.)(lo.ʒi).ko	0%	4,4%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 19 — Frequências para a ocorrência de sândi para o tableaux para a vogal /õ/ sem bloqueio de sândi pelo acento frasal

Presença de sândi	Proporção dos dados	Predição
Sim	0%	0%
Não	100%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se perceber que as tabelas apontam que a predição em relação aos outputs possíveis tem uma pequena diferença dos dados coletados. No entanto, essa diferença não é tão grande a ponto de indicar um possível erro na montagem dos tableaux, funcionando como uma forma de validar os dados, mostrando que as restrições presentes nos tableaux funcionam corretamente para essa análise. As tabelas 13, 15, 17 e 19, confirmam que os tableaux conseguem predizer a ocorrência de sândi com uma grande proximidade, já que, nos casos em que a ocorrência de sândi era possível, a gramática gerada por eles se aproximou da realidade dos dados coletados. Enquanto nos casos em que o sândi foi bloqueado, seja por questões suprasegmentais, como nos casos em que o acento frasal bloqueia o fenômeno, ou por questões segmentais, como nos casos em que a vogal nasal carrega o traço [+labial], o tableaux conseguiu encapsular, a partir das restrições, esse bloqueio, representando a tendência de não ocorrência de sândi.

6. CONCLUSÕES FINAIS

A partir dos resultados apresentados, pode-se perceber que, apesar das hipótese monosssegmental da nasalidade ter sido pouco favorecida pela literatura, é interessante revisita-la, visto que a presença de sândi ocorreu em 3 das 5 vogais nasais, indicando

que há uma tendência a ocorrência do sândi entre vogais nasais e uma evidência apontando para a existência de vogais intrinsecamente nasais no sistema fonêmico do PB, pelo menos na variedade utilizada nesse *corpus*.

O estudo de Guimarães & Nevins (2013) apontou para a presença da vogal /ẽ/ como um fonema do PB, o que é corroborado por este trabalho, no entanto, esse estudo indicou que as outras possíveis vogais nasais também são fonêmicas, favorecendo uma interpretação monosssegmental, com um sistema vocálico de 12 vogais fonêmicas: /i, ĩ, e, ê, ε, ẽ, a, u, ũ, o, õ, ɔ/, o que se aproxima da proposta de Lüdtkke para o PE, com a exceção da vogal /ɐ/ presente, segundo o autor, no PE, como foi mostrado na seção 2. A preferência por essa interpretação se dá por evitar adicionar regras que fazem parte do processo do fenômeno de sândi para vogais nasais; além disso, como é mostrado pelos dados de Tenani (2002), caso exista uma consoante nasal na forma subjacente, espera-se que esta participe do processo de ressilabificação e seja reestruturada na posição de *onset* da sílaba que a segue, como ocorre com outras consoantes em coda.

Dessa maneira, é interessante realizar estudos sobre outras variedades do PB a fim de verificar se os resultados obtidos se repetem ao longo de outras variedades e se existe uma tendência de favorecimento das diferentes hipóteses, pois pode-se estar diante de uma mudança que ocorreu em uma variedade do PB, e, nesse caso, seria interessante verificar qual a tendência geral da língua portuguesa, mais especificamente do PB; e também verificar outras variedades do Português que não estejam presentes no Brasil, como o Português Europeu, o Português de Angola, Português de Moçambique, o Português de São Tomé e o Português do Príncipe, sendo que as duas últimas variedades, segundo Balduino (2018), apontam para a hipótese dissegmental. Estudos sobre outras variedades podem informar mais sobre as tendências que existem na língua, o que pode aumentar a compreensão sobre os processos que ocorrem no PB, assim, é interessante expandir a investigação; nesse sentido, é interessante verificar se outras variedades apresentam comportamento semelhante em casos de sândi.

Outra questão importante que este estudo mostra é a necessidade de aumentar-se o número de pares de palavras para as outras vogais, especialmente [ĩ, ê], já que elas também apresentaram ocorrência de sândi. Assim, é interessante que um estudo sobre vogais nasais olhando para o fenômeno do sândi use o mesmo número dessas vogais em relação à vogal /ẽ/, para verificar se a taxa de ocorrência se aproxima da mesma, conforme a gramática gerada pelo *MaxEnt Grammar Tool* previu, o que parece ser o caso, já que se contou com 70 casos possíveis para a vogal /ẽ/, enquanto para a vogal /ẽ/

teve-se 22 casos possíveis e para a vogal /ĩ/ apenas 12 casos possíveis; o que é algo a ser melhorado metodologicamente para um estudo futuro semelhante a este.

Além disso, também é interessante, que em estudos futuros, se tome uma atenção maior para o sândi em vogais orais, já que não foi feito um levantamento da frequência de ocorrência dele numa mesma situação de monitoramento de fala neste estudo; pois, com as frequências de casos de sândi para as duas qualidades de vogais, pode-se compará-las e verificar se sua ocorrência se daria com uma frequência similar, o que pode revelar mais sobre a natureza das vogais nasais.

Por fim, apesar deste estudo favorecer a hipótese monossegmental, grande parte da literatura sustenta a hipótese dissegmental; dessa forma, ele não deve ser entendido como um estudo completo e definitivo, mas sim como um ponto de partida para futuras pesquisas em relação ao estatuto das vogais nasais no Português Brasileiro, já que a maioria dos estudos sobre o tema não olhou para o argumento do sândi que Mattoso Câmara Jr. (1970) usou para sustentar sua hipótese da presença de uma consoante de travamento; ao mesmo tempo, os estudos sobre sândi no PB, se ocuparam majoritariamente de casos de vogais orais, visto que conforme a literatura aponta, o sândi em vogais nasais seria bloqueado por uma consoante de travamento.

7. TRABALHOS FUTUROS

Conforme foi observado e discutido ao longo deste trabalho, existem questões que devem ser repensadas e melhor estudadas, como, por exemplo, a ocorrência de sândi em outras vogais além do /ẽ/ e também a frequência de ocorrência de sândi nas vogais orais. Assim como é interessante expandir o experimento para outras variedades do PB.

Pretende-se, pois, dar continuidade a essa monografia durante a pós-graduação, utilizando este trabalho como base e adicionando questões cujo estudo se mostrou importante, mas que não foram abarcadas neste trabalho.

8. REFERÊNCIAS

- ABAURRE, Maria Bernadete ; SANDALO, Filomena. A Vogal /a/ como segmento debucalizado em português. In: **XV ALFAL**, 2008, Montevidéo. XV ALFAL, 2008.
- ABAURRE, Maria Bernadete ; SANDALO, Filomena. Harmonia vocálica e modelos de representação de segmentos. In: Seung Hwa Lee. (Org.). **Vogais além de Belo Horizonte**. 1ed.Belo Horizonte: FALE/UFMG, 2012, v. 1, p. 17-41
- BALDUINO, Amanda Macedo. **A nasalidade no português de STP**. 2018. Dissertação (Mestrado em Filologia e Língua Portuguesa) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/D.8.2018.tde-03072018-123304. Acesso em: 2023-10-03.
- BATTISTI, Elisa. A REPRESENTAÇÃO DA NASAL EM CODA SILÁBICA E OS DITONGOS NASAIS DO PORTUGUÊS. In: XVII Congreso Internacional Asociación de Lingüística y Filología de América Latina (ALFAL), 2014, João Pessoa. Estudos linguísticos e filológicos: **Anais**. João Pessoa: Ideia, 2014. v. 1. p. 1433-1453.
- BISOL, L. Sândi externo: o processo e a variação. **Gramática do Português Falado**, v. 5, p. 55- 96. Campinas: Editora da Unicamp, 1996a.
- BISOL, L. Sândi vocálico externo. **Gramática do Português Falado**, v. 2, p. 21-38. Campinas: Editora da Unicamp, 1993.
- BISOL, L. A. Estudo sobre a nasalidade. In: ABAURRE, M. B.; RODRIGUES, A. C. S. (Eds.) **Gramática do Português Falado** Vol. VIII: Novos estudos descritivos. Campinas: Editora da Unicamp, 2002.
- BISOL, L.. **Sandhi in Brazilian Portuguese**. Probus (Dordrecht), Moun-ton de Gruyter, Berlin. NY, v. 15, n.2, p. 177-200, 2003.
- BOERSMA, P., WEENINK, D. Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Versão 6.2.17. Disponível em: <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/> Acesso em: 23/08/2023.
- CAGLIARI, L. C. **An experimental study of nasality with particular reference to Brazilian Portuguese** (Tese de doutorado). University of Edinburgh, Scotland, 1977.

- CALLOU, Dinah; LEITE, Yonne. **Iniciação à fonética e à fonologia**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1990.
- CÂMARA JR., J. M. **Para o Estudo da Fonêmica Portuguesa**. Rio de Janeiro: Simões, 1953.
- CÂMARA Jr., J.M. **Estrutura da língua portuguesa**. Petrópolis: Vozes. 21ª edição 1992 [1970].
- CLEMENTS, G. N. & Keyser, S. J. A Three-tiered Theory of the Syllable. **Linguistic Inquiry Monograph 9**. Cambridge, MA: MIT Press.
- DUARTE, Y.; TEIXEIRA, R. O Processo de Nasalização das vogais em Português sob o Enfoque da Fonologia Gerativa. **Letras de Hoje**, 1979, 14(3), 20-35.
- ESCUADERO, Paola et al. A cross-dialect acoustic description of vowels: Brazilian and European Portuguese. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 126, n. 3, p. 1379- 1393, 2009.
- GOLDSMITH, J. . **Autosegmental Phonology** (Tese de Doutorado) - Massachusetts Institute of Technology, Cambridge - Massachusetts, 1976.
- GOLDSMITH, J. (2011). The Syllable. In: **The Handbook of Phonological Theory** (eds J. Goldsmith, J. Riggle and A.C.L. Yu). <https://doi.org/10.1002/9781444343069.ch6>.
- GOLDWATER, S., & JOHNSON, M. **Learning OT constraint rankings using a Maximum Entropy model**, 2003
- GUIMARÃES, M.; NEVINS, A. PROBING THE REPRESENTATION OF NASAL VOWELS IN BRAZILIAN PORTUGUESE WITH LANGUAGE GAMES. **Organon**, Porto Alegre, v. 28, n. 54, 2013. DOI: 10.22456/2238-8915.38298. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/organon/article/view/38298>. Acesso em: 3 out. 2023.
- Hayes, Bruce & Wilson, Colin & George, Ben. 2009. Maxent grammar tool. Disponível em: <https://linguistics.ucla.edu/people/hayes/MaxentGrammarTool/>. Acesso em: 3 out. 2023.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo de 2022. Rio de Janeiro, 2022
- KAGER, René. **Optimality theory**. Cambridge University Press, 1999
- LOPEZ, Barbara. **The sound pattern of brazilian portuguese (carioca dialect)**. Tese (Doutorado), University of California, Los Angeles, 1979.
- MARQUES, L.; SCARBOROUGH, R. **Perceptual Compensation of Vowel Nasality in Brazilian Portuguese**. *Journal of Portuguese Linguistics*, 2020, 19(3), 1–18.

- MATEUS, Maria Helena; D'ANDRADE, Ernesto. **The Phonology of Portuguese**. Oxford: Oxford linguistics, 2000.
- McCARTHY, John. **Doing Optimality Theory**. Applying theory to data. Malden: Blackwell, 2008.
- MORAES, J. A. WETZELS, W. L. 1992. SOBRE A DURAÇÃO DOS SEGMENTOS VOCÁLICOS NASAIS E NASALIZADOS EM PORTUGUÊS. UM EXERCÍCIO DE FONOLOGIA EXPERIMENTAL. **Cadernos de Estudos Linguísticos**, Campinas, SP, v. 23, p. 153–166.
- PATER, Joe. Weighted constraints in generative linguistics. **Cognitive science**, v. 33, n. 6, p. 999-1035, 2009.
- PRINCE, Alan; SMOLENSKY, Paul. **Optimality Theory: Constraint interaction in generative grammar**. Optimality Theory in phonology: A reader, 2004.
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- SELKIRK, E. The Syllable. In: HULST; SMITH. (eds.). **The Structure Phonological of Representations (Part II)**. Dordrecht Foris. p. 337-383. 1982.
- SOUSA, Elizabeth Maria Gigliotti de. **Para a caracterização fonético acústica da nasalidade no português do Brasil**. 1994. [175]f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1581930>. Acesso em: 9 dez. 2023.
- TENANI, Luciani Ester. **Dominios prosódicos no português do Brasil: implicações para a prosódia e para a aplicação de processos fonológicos**. 2002. 317p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1592665>. Acesso em: 24 jun. 2023.
- VALENTIM, Helen. 2009. **Duração dos segmentos vocálicos orais, nasais e nasalizados do português brasileiro**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Minas Gerais.

APÊNDICE A - Slides utilizados no experimento

Ela disse lã angelical baixinho

Ela disse massa assada baixinho

Ela disse rã anfibia baixinho

Ela disse onda agradável baixinho

Ela disse rum umbral baixinho

Ela disse jardim imprescindível baixinho

Ela disse jujuba adocicada baixinho

Ela disse manhã anterior baixinho

Ela disse alemã antenada baixinho

Ela disse origem emblemática baixinho

Ela disse álbum ungado baixinho

Ela disse espadachim íntegro baixinho

Ela disse órfã antiga baixinho

Ela disse nave espacial baixinho

Ela disse início ótimo baixinho

Ela disse herói inexperiente baixinho

Ela disse carro ocre baixinho

Ela disse vilã anta baixinho

Ela disse som ontológico baixinho

Ela disse anciã ancha baixinho

Ela disse galã angustiado baixinho

Ela disse ordem enfática baixinho

Ela disse ponte extensa baixinho

Ela disse moletom ondulado baixinho

Ela disse ímã âmbar baixinho