

## A nasalidade consonantal na variedade nhandewa-guarani: Análises acústicas preliminares

### Consonantal nasality in the variety of Nhandewa-Guarani: Preliminary acoustic analysis

Izabel C. Seara<sup>a</sup>, Leonan F. O. Quadros<sup>b</sup>, Rafaela M. Martins<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Federal University of Santa Catarina (Brazil)/CNPq, [izabel.seara@ufsc.br](mailto:izabel.seara@ufsc.br)

<sup>b</sup> Federal University of Santa Catarina (Brazil), [leonan.quadros@grad.ufsc.br](mailto:leonan.quadros@grad.ufsc.br)

<sup>c</sup> University of Campinas (Brazil), [r234314@dac.unicamp.br](mailto:r234314@dac.unicamp.br)

#### ARTICLE INFO

##### Article history

Received: 03/07/2020

Accepted: 08/03/2021

##### Keywords

Acoustic analyses

Nasal consonants

Pre-nasalized plosive consonants

Nhandewa-Guarani

#### ABSTRACT

This paper discusses the oral (OAS) and nasal acoustic signals (NAS) of pre-nasalized [mb nd ŋg] and full nasal [m n ɲ] consonants of the Nhandewa-Guarani dialectal variety. The results obtained show that the duration of the murmur of [mb nd ŋg] does not exhibit significant differences with the murmur of [m n ɲ]. In pre-nasalized consonants, the nasal phase corresponds to 70% of the total duration of the segment, while the remaining 30% is due to the phase of oral occlusion. For both groups of consonants, despite a higher concentration of energy at low frequencies, differences in amplitude of spectral peaks are noticed in the transition between the nasal-oral phases of pre-nasalized consonants.

## 1. Introdução

Neste artigo, realizamos uma análise acústica, ainda preliminar, da nasalidade presente nas consoantes oclusivas pré-nasalizadas [mb nd ŋg] e nasais plenas [m n ɲ] da língua guarani na variedade nhandewa.<sup>1</sup> Os dados analisados neste texto foram coletados a partir da gravação de uma informante nativa dessa variedade.

A motivação para este estudo advém do contato regular com estudantes guarani, acrescida à constatação da escassez de investigações acústicas da fala relativas a essa língua. Desse modo, temos

como objetivo propiciar e fomentar a pesquisa linguística, contribuindo com o detalhamento acústico de sons de fala da variedade nhandewa-guarani.

A família linguística tupi-guarani engloba cerca de quarenta línguas divididas em oito ramos ou subconjuntos (Rodrigues, 1985). Essa divisão, no que concerne à distinção em critérios linguísticos, tem sido norteadas por princípios de mudança e implementação fonético-fonológica, além de uma série de propriedades gramaticais e lexicais (Baraúna e Picanço, 2017). Segundo Rodrigues (1985), o nhandewa pertence ao primeiro

<sup>1</sup> Segundo Ivo (2018), o inventário fonético consonantal do nhandewa apresenta também consoantes complexas pré-nasalizadas africadas vozeadas ([<sup>h</sup>dʒ]) e nasais velares labializadas ([<sup>h</sup>gʷ]). No entanto, focalizamos, no presente

estudo, apenas as consoantes oclusivas vozeadas pré-nasalizadas ([mb nd ŋg]) e as consoantes nasais plenas ([m n ɲ]).

subconjunto, ao lado do guarani antigo, mbyá, xetá, kaiowá, guarani paraguaio, gwayaki, tapieté, chiriguiano e izoçoño. O nhandewa-guarani, também chamado de avá-guaraní ou apocucva (Miranda, 2018), é falado nos estados brasileiros do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, por cerca de 13.000 falantes, segundo dados do Instituto Socioambiental (ISA).<sup>2</sup>

O nhandewa, assim como outras línguas da família tupi-guarani, apresenta uma série de segmentos oclusivos vozeados pré-nasalizados, caracterizados pela presença de uma fase nasal inicial (murmúrio nasal) e uma fase oral final (pré-vozeamento, típico de segmentos oclusivos vozeados simples), homorgânicas: [mb], [nd], [ŋg] e [ŋgw]. Essas consoantes podem ocorrer na posição de *onset* de sílabas iniciais, mediais e finais, tônicas e pretônicas, e precedem vogais orais. Essa variedade produz também as nasais plenas: [m n],<sup>3</sup> que ocorrem em *onset* de sílabas iniciais, mediais e finais, tônicas ou pretônicas (Ivo, 2018).<sup>4</sup> No nhandewa, a fase oclusiva vozeada é precedida por pré-nasalização.

Costa (2007), ao propor análises da variedade nhandewa paulista-paranaense, considera /mb nd/ como fonemas que apresentariam, alternativamente, como realizações fonéticas, as consoantes nasais plenas [m n], respectivamente. Ivo (2018), de

maneira similar, ao analisar dados de falantes de variedades guarani presentes em território brasileiro, postula a existência de consoantes pré-nasalizadas subjacentes para os pontos de articulação que configuram a produção de uma fase oclusiva vozeada: /mb nd ŋg ŋgw/. Na análise dessas pesquisadoras, as consoantes nasais plenas constituiriam implementações fonéticas das oclusivas pré-nasalizadas. Ainda, de acordo com os referidos estudos, nas línguas tupi, a alternância entre oclusivas pré-nasalizadas e nasais plenas é condicionada pelo contexto subsequente. A qualidade da vogal (nasal ou oral) que segue imediatamente a consoante condiciona a realização da nasal plena ou da variante pré-nasalizada. Assim, se a vogal seguinte for nasal, será produzida a consoante nasal plena; por outro lado, se a vogal seguinte for oral, será produzida a consoante pré-nasalizada. Um exemplo desse condicionamento é dado pelo par de itens lexicais: *mba'e* (coisa) – *mã'ẽ* (olhar)<sup>5</sup> (Costa, 2007). Isso ocorre para preservar a oposição entre a vogal oral e nasal no guarani.

Em seu estudo referente às características fonéticas e fonológicas do guarani no Brasil, Ivo (2018) mapeou o inventário fonético consonantal da variedade nhandewa. Esse inventário fonético é exibido na Tabela 1.

Modo\Ponto Articulação	Labiais	Labio-dental	Alveolar	Palatal	Velar	Glotal
Oclusivo	p	t			k	ʔ
Pré-nasalizado	<sup>m</sup> b		<sup>n</sup> d	<sup>n</sup> dʒ	<sup>ŋ</sup> g <sup>ŋ</sup> g <sup>w</sup>	
Nasal	m		n	ɲ	ŋ <sup>w</sup>	
Labializado					k <sup>w</sup> g <sup>w</sup>	
Tepe			r			
Africado		<sup>t</sup> s		<sup>t</sup> ʃ <sup>d</sup> ʒ		
Fricativo						
Aproximante	w	v		j	ɥ	

Tabela 1. Inventário fonético das consoantes do nhandewa (adaptado de Ivo, 2018).

<sup>2</sup> Dados de 2008 (Funasa/Funai), disponíveis em: [https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Guarani\\_%C3%91andeva](https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Guarani_%C3%91andeva). Acesso em: 04 dez. 2020.

<sup>3</sup> Ivo (2018) não registra a presença da variante nasal velar [ŋ] ocorrendo isoladamente, fato também observado pelos autores do presente estudo. A variante nasal velar labializada [ŋ<sup>w</sup>] corresponde a uma das possibilidades de implementação fonética da consoante pré-nasalizada oclusiva velar labializada

/ŋg<sup>w</sup>/, diante de vogais nasais, nas quais se evidencia a queda da fase oclusiva [g].

<sup>4</sup> Os padrões silábicos do guarani são V ou CV, com exceção da presença de [j w], que podem opcionalmente ocupar a coda silábica (C)V(G).

<sup>5</sup> Na ortografia guarani, o diacrítico < ' > corresponde à consoante oclusiva glotal [ʔ].

Por conta da complexidade do estudo da nasalidade, a realização de análises que contemplem diferentes ferramentas de pesquisa mostra-se essencial. Estudos prévios (Burton et al., 1992; Kharlamov, 2018; Kong et al., 2012; Vieira e Seara, 2017, 2018; dentre outros), ao tratarem do fenômeno da nasalidade consonantal em diferentes línguas, têm observado que a inspeção de parâmetros acústicos e aerodinâmicos, como duração relativa dos segmentos, padrões espectrais e curvas de fluxo aéreo nasal, apontam para uma melhor distinção da gradiência (vozeamento e nasalidade) a que se encontram sujeitas consoantes nasais plenas, oclusivas vozeadas e pré-nasalizadas. Assim, para o presente estudo, empreendemos análises acústicas, não somente observando os padrões de curvas de intensidade e características espectrais do sinal acústico oral (doravante SAO), mas também daqueles relacionados ao sinal acústico nasal (doravante SAN).<sup>6</sup> Essas análises nos possibilitam obter dados de gradiência da nasalidade, efeitos coarticulatórios e, de forma indireta, fazer inferências acerca do comportamento do véu do palato (Vaissière et al., 2010).

Para a produção de sons nasais, é necessário fluxo de ar nasal – o que implica a abertura da porta velofaríngea que conecta as cavidades de ressonância oral e nasal, permitindo que o ar passe pelas cavidades nasais. A porta velofaríngea executa movimentos complexos com graus variados de abertura, correspondendo a graus variados de nasalidade. A partir de dados obtidos junto ao SAN, pode-se observar de forma pertinente essa variação.

Assim, com esta investigação, pretendemos responder às seguintes questões de pesquisa:

- a) A partir do SAO e do SAN, que características, em termos de duração, amplitude e frequência, são observadas nas consoantes oclusivas pré-nasalizadas [mb nd ŋg] e nasais plenas [m n ŋ]?
- b) Quais são as configurações das curvas do SAN que podem ser verificadas no murmúrio das consoantes pré-nasalizadas e nasais plenas? O SAN se sobrepõe à fase de oclusão oral das

consoantes pré-nasalizadas? As vogais que precedem e seguem imediatamente as consoantes em estudo são nasalizadas?

Nossa hipótese para a primeira questão é a de que as características acústicas das oclusivas pré-nasalizadas se assemelham às características das consoantes nasais em relação aos parâmetros duração e amplitude do SAN, conforme já verificado em estudos com línguas que atestam a presença de pré-nasalização fonêmica (Burton et al., 1992, para o moru; Gordon e Maddieson, 1999, para o ndumbea; Maddieson e Ladefoged, 1993, para o fijiano; dentre outros), assim como para aquelas nas quais esse processo é apenas fonético (Kharlamov, 2018, para o russo; Kong et al., 2012, para dialetos do grego).

A hipótese levantada para a segunda questão é a de que os padrões de curvas do SAN entre consoantes nasais plenas e a fase nasal das consoantes oclusivas pré-nasalizadas homorgânicas sejam semelhantes para línguas que apresentam pré-nasalização (Kharlamov, 2018). Acreditamos também que haverá sobreposição da curva do SAN sobre as vogais precedentes, conforme verificado para o português brasileiro (Mendonça e Seara, 2015). Espera-se ainda que haja uma redução gradativa da curva do SAN durante o período relativo à transição entre as fases nasal e de oclusão oral das consoantes pré-nasalizadas, conforme assinalam Burton et al. (1992); Kong et al. (2012), para dados de amplitude oral, e Kharlamov (2018), para dados provenientes de medidas de fluxo aéreo nasal. Para consoantes nasais plenas, por sua vez, espera-se que a fase do murmúrio seja relativamente estável, e que a vogal seguinte se apresente total ou parcialmente nasalizada (Vieira e Seara, 2018).

A fim de compreender melhor a nasalização no nhandewa e verificar nossas hipóteses, efetuamos uma revisão de literatura sobre o tema e um estudo experimental, tópicos descritos nas próximas seções.

<sup>6</sup> Utilizamos os termos *sinal acústico nasal* (SAN) e *sinal acústico oral* (SAO) que são os mesmos empregados em

Montagu e Amelot (2005), quando investigam o comportamento desses sinais acústicos.

## 2. Pré-nasalização

Entende-se por pré-nasalização a constituição de uma articulação consonantal complexa que envolve a produção de uma fase inicial de murmúrio nasal, seguida por um período de transição, no qual se verifica a presença de uma segunda fase exclusivamente oral (padrão típico de consoantes oclusivas, segmentos africados e vibrantes), prolongada até a soltura dos articuladores (Burton et al., 1992; Cohn e Riehl, 2011; Demolin et al., 2006; Ladefoged e Maddieson, 1996).

No interior da categoria de sons parcialmente nasalizados, é possível encontrar segmentos oclusivos pré-nasalizados, fricativos/africados pré-nasalizados, vibrantes pré-nasalizados, além de segmentos complexos pré-oralizados e médio-nasais (Cohn e Riehl, 2011; Demolin et al., 2006). Esses segmentos complexos encontram-se distribuídos em línguas localizadas nos continentes africano, americano, no arquipélago austronésio, sudeste asiático, além de outras regiões (Herbert, 1986; Stanton, 2016). Algumas línguas indígenas sul-americanas caracterizam-se pela presença de segmentos nasais complexos pré-oralizados, pré-nasalizados e médio-nasais (Rodrigues, 2003). A variedade nhandewa apresenta apenas pré-nasalização de oclusivas vozeadas; entretanto, é possível encontrar essa estrutura com oclusivas desvozeadas [mp nt] em outras línguas tupi, a exemplo do wayampi (Picanço et al., 2013). Outras línguas, como o mundurucu, também produzem a nasal complexa pré-oralizada [bm] (Picanço e Baraúna, 2014). No tocante à subclasse de sons consonantais oclusivos pré-nasalizados, segundo Maddieson e Ladefoged (1993), é possível encontrá-la em cerca de 12% das línguas catalogadas mundialmente.<sup>7</sup>

Cohn e Riehl (2011, 2016) mencionam que as consoantes oclusivas pré-nasalizadas – na condição de fonemas complexos parcialmente nasais (isto é, subjacentes no inventário fonológico com fases internas nasal-oral inseparáveis) – são classes frequentes em línguas nas quais se atesta a presença

de sílabas abertas, ausência de *clusters* e lacunas no quadro de consoantes obstruintes vozeadas. Em estudos conduzidos sobre línguas austronésias, as pesquisadoras defendem diferenças fonéticas sistemáticas entre *clusters* e segmentos unários pré-nasalizados.

O grau de amplitude acústica e a manutenção da duração das fases relativas ao murmúrio nasal e à oclusão oral é variável dentre as línguas que apresentam os referidos segmentos consonantais (Burton et al., 1992). Nas análises da língua austronésia tamambo, Cohn e Riehl (2016) sublinham que a fase oral dos segmentos oclusivos pré-nasalizados pode ser extremamente curta, a ponto de não os diferenciar de segmentos nasais plenos. Segundo as pesquisadoras, para promover a distinção entre as duas classes de consoantes, uma das estratégias é dada pelo rápido incremento da pressão intraoral e realização de um *burst*, evento acústico que evidenciaria a transição de fases.

O estudo de Martínez e Rosenbaum (2017), focalizando a língua somali zigula, com apoio de instrumentação aerodinâmica, destaca que a fase inicial de murmúrio pode apresentar fluxo nasal intenso e, no entanto, se mostrar acusticamente desvozeada, isto é, sem a presença de formantes ou barra de vozeamento visíveis. Esse estudo aponta para a complexa relação estabelecida entre os ajustes velofaríngeos e os correlatos acústico-articulatórios envolvidos na produção de consoantes pré-nasalizadas.

Ladefoged e Maddieson (1996) indicam os ajustes das fases nasal + oclusão oral como parte de um processo variável de implementação gestual para promover o contraste entre categorias fonológicas. Segundo os autores, dois segmentos adjacentes que requeiram a configuração de gestos homólogos podem ser combinados no interior de um único impulso articulatório, no qual a fase do primeiro pode se sobrepor a do segundo. Desse modo, uma oclusiva pré-nasalizada vozeada, como por exemplo /mb/, pode ser realizada como uma nasal plena [m], a depender do grau de sobreposição gestual e da

quais, 55 exibem segmentos pré-nasalizados oclusivos e africados.

<sup>7</sup> A amostra da *UCLA Phonological Segment Inventory Database* (Maddieson, 1984) computa 454 línguas, dentre as

influência de outros fatores linguísticos, como contexto adjacente, ritmo prosódico e velocidade de elocução.

No tocante às consoantes nasais plenas, estas caracterizam-se pela presença ininterrupta de saída de ar nasal e oclusão completa do trato oral, extensiva do *onset* ao *offset* durante as suas produções (Barbosa e Madureira, 2015; Cristófaró et al., 2019). Assim, a distinção básica entre consoantes nasais plenas e pré-nasalizadas reside nas diferenças observadas durante o ajuste temporal da porta velofaríngea: enquanto, nas consoantes nasais plenas, a porta velofaríngea se mantém suficientemente aberta até o momento de abertura da cavidade oral – podendo, inclusive, ser extrapolada para além do *onset* vocálico subsequente; nas consoantes oclusivas pré-nasalizadas, a porta velofaríngea reduz sua abertura momentos antes da oclusão, atenuando a amplitude do sinal acústico e, desse modo, permitindo o incremento da pressão intraoral (Burton et al., 1992; Kong et al., 2012).

A partir desses esclarecimentos sobre a pré-nasalização, passemos aos estudos com foco acústico em línguas que apresentam o referido fenômeno.

### 3. Estudos acústicos de consoantes oclusivas pré-nasalizadas e nasais plenas

No que tange às investigações das variedades linguísticas do guarani, diversas pesquisas têm sido promovidas, destinadas desde a inventariação e descrição de categorias fonéticas básicas até o estabelecimento de domínios e limites prosódico-fonológicos (Bridgeman, 1961; Costa, 2007; Fernández Barrera, 2015; Gregores e Suárez, 1967; Guedes, 1983; Ivo, 2018; dentre outros). Todavia, poucos são os estudos relacionados a análises específicas do sinal acústico nasal em línguas indígenas sul-americanas. Assim, recorremos a estudos realizados com outras línguas que apresentam segmentos complexos pré-nasalizados, de modo a encontrar procedimentos teórico-

metodológicos e marcos comparativos para subsidiar nossas análises.

Das análises de cunho acústico, pesquisas conduzidas por Browman e Goldstein (1986), para o inglês e o kichaga;<sup>8</sup> e Maddieson e Ladefoged (1993), para o fijiano, focalizaram a análise duracional de segmentos complexos pré-nasalizados unários, sequências nasal+obstruinte independentes (*clusters*) e segmentos simples. O estudo de Browman e Goldstein (1986), por exemplo, ao comparar as sequências de *clusters* consonantais [mp mb] do inglês aos segmentos [p b m] dessa mesma língua, indicou não haver diferenças substanciais referentes à duração entre essas classes de segmentos. Ao estender essa comparação para o kichaga, foram avaliados os valores de duração dos *clusters* em comparação às consoantes bantu [p m mb]. Os resultados não revelaram discrepâncias significativas, mostrando-se similares tanto para segmentos simples, como para sequências: nasal+obstruinte, fossem elas consideradas unárias ou *clusters*. Da mesma forma, Maddieson e Ladefoged (1993), ao analisarem as oclusivas pré-nasalizadas /mb ndr ŋg/ do fijiano, indicaram que a duração desses segmentos complexos era comparável a das consoantes simples /t k l/, dessa mesma língua, em posição medial.

Já para a língua bantu sukuma, Maddieson e Ladefoged (1993) verificaram que a duração média dos segmentos pré-nasalizados [mb ŋg], em posição intervocálica, se mostrou mais longa (144 ms) do que aquela registrada para o nasal pleno [m] (94 ms seguindo vogais longas e 73 ms, vogais curtas) e obstruintes vozeados [b g] (43 ms seguindo vogais longas e 30 ms, vogais curtas). Esses dados sugerem que, para algumas línguas, a duração entre os segmentos complexos e simples pode diferir significativamente.

Estudando as consoantes pré-nasalizadas e nasais plenas do ndumbea, em posição inicial de palavra, Gordon e Maddieson (1999) observaram, em relação ao parâmetro duração, que a pré-nasalizada bilabial

<sup>8</sup> Dialeto bantu falado no norte da Tanzânia, no qual, segundo os autores, a sequência [mb] é analisada como um segmento pré-nasalizado unário.

se mostrou mais longa, se comparada à sua contraparte nasal plena. Para os demais pontos de articulação (dental, pós-alveolar, palatal e velar), no entanto, as pré-nasalizadas exibiram duração ligeiramente mais curta. Todavia, médias globais envolvendo todos os pontos de articulação indicaram valores próximos de duração para ambas as classes – pré-nasalizadas e nasais plenas. Os autores também constataram, para a pré-nasalização, que a duração decai à medida que as articulações se tornam mais posteriores, de modo que as consoantes bilabiais apresentam os maiores valores, enquanto as velares, os menores.

Ainda em relação ao parâmetro duração, o estudo de Burton et al. (1992), ao analisar a língua moru,<sup>9</sup> mostrou que a duração do intervalo de oclusão absoluto, isto é, murmúrio nasal + oclusão oral/pré-vozeamento, das oclusivas pré-nasalizadas foi mais longa (102 ms) do que aquelas registradas para as oclusivas orais vozeadas (93 ms) e nasais plenas (74 ms). Entretanto, os desvios-padrão calculados para essas medidas (24, 23, 36 ms, respectivamente) indicaram uma considerável sobreposição, não sendo assim possível apontar esse critério como um fator preponderante em relação a uma distinção mais estrita entre as três classes consonantais. Ademais, foi observado que o valor médio do intervalo anterior à soltura, correspondente à fase de oclusão oral da oclusiva pré-nasalizada, variou de 9 a 32 ms, com valor médio de 21 ms.

Cohn e Riehl (2011, 2016), procurando encontrar padrões que possibilitassem diferenciar fonética e fonologicamente consoantes pré-nasalizadas de consoantes nasais pós-oralizadas e de *clusters*, formados por sequências: nasal+obstruinte, investigaram essas sequências complexas em línguas oceânicas e austronésias. Verificaram então que essas três classes compartilham das seguintes características: uma fase nasal mais longa, predominante na sequência, seguida de um intervalo muito curto de oclusão oral (de 0 a 15 ms), e vogal subsequente oral, ao contrário das nasais plenas, que apresentavam nasalização progressiva. Desse modo,

esta última característica seria a pista mais evidente para distinguir nasais plenas de sequências nasal+obstruinte, já que os intervalos orais dessas classes de segmentos complexos se mostraram extremamente curtos.

Ao comparar o valor de duração absoluta, com alveolares iniciais e mediais, a análise das autoras mostrou que, para as línguas que apresentavam pré-nasalização fonêmica, os valores relativos de duração entre pré-nasalizadas e nasais plenas foram similares. As consoantes nasais pós-oralizadas e *clusters*, por sua vez, eram de 34% a 135% mais longos (média de 50%) em relação às nasais plenas e pré-nasalizadas.

O estudo de Burton et al. (1992) apontou que, além da análise da duração, seria necessário recorrer a análises acústico-espectrográficas, investindo, dessa forma, em critérios mais eficazes para classificar e contrastar segmentos nasais plenos, oclusivos simples e pré-nasalizados da língua moru. Ao promover a análise dos padrões espectrais das referidas classes de consoantes, os autores puderam observar que: (i) as características espectrais do intervalo inicial das consoantes pré-nasalizadas se mostraram similares àquelas registradas para o murmúrio dos nasais plenos, com a presença observável de picos de energia em regiões de baixas frequências; (ii) nos 25-30 ms anteriores, aproximadamente, à soltura da oclusão oral das pré-nasalizadas, os padrões espectrais eram equivalentes àqueles exibidos para os segmentos oclusivos simples, com concentrações pontuais ou inexistentes de energia – mais reduzidas que aquelas obtidas junto ao murmúrio dos segmentos nasais, para as mesmas regiões de frequência.

Esses autores observaram que, apesar de as fases nasal e de oclusão oral (pré-vozeamento) compartilharem a vibração das pregas vocais, o pré-vozeamento das oclusivas se diferencia da fase nasal por apresentar uma frequência de F1 mais baixa e uma largura de banda mais estreita. Os autores mencionam também que as pré-nasalizadas iniciam

<sup>9</sup> Língua sudânica central, caracterizada pela presença de segmentos consonantais pré-nasalizados, nasais plenos e obstruintes simples vozeados.

com alta amplitude, como as nasais plenas, e acabam com baixa amplitude, como as oclusivas vozeadas.

Kong et al. (2012), respaldados nos estudos de Burton et al. (1992), analisaram a implementação fonética das oclusivas vozeadas [b d g] e consoantes nasais plenas [m n]<sup>10</sup> dos dialetos cretense e tessalônico (grego moderno), em contextos de *onset* inicial e medial, tônicos e átonos, e observaram que as consoantes nasais plenas exibiram fracas concentrações de energia em regiões de alta frequência, a partir da análise de três pontos distintos ao longo da extensão das consoantes analisadas (*onset*, fase medial e *offset*). Esses valores mantiveram-se relativamente estáveis ao longo da fase de murmúrio nos três pontos analisados. Quanto às oclusivas vozeadas, foram constatados dois padrões: (a) concentrações de energia similares àquelas encontradas no murmúrio das nasais plenas, durante a fase inicial (*onset*), que caem à medida que avançam em direção à soltura (*burst*), com diferenças superiores a 10 dB entre a amplitude do *onset* e *offset* (indicando possível pré-nasalização); e (b) uma trajetória estável de baixa amplitude, sem a presença clara de formantes nasais, com mais de 10 dB de diferença, se comparada ao murmúrio nasal das nasais plenas, durante os três pontos de referência. Kong et al. (2012) atestaram ainda que o comportamento de queda na trajetória de amplitudes das produções é variável, sendo possível inferir graus distintos de pré-nasalização: quedas de amplitude mais pronunciadas indicam maior pré-nasalização, enquanto declives mais nivelados indicam pouca ou fraca nasalização.

Em relação a análises acústico-aerodinâmicas, Demolin et al. (2006) estudaram as consoantes nasais que apresentavam *burst* produzidos nos

pontos de *onset* e *offset* de consoantes nasais na língua karitiana. Essa língua apresenta consoantes pré e pós-oralizadas [bmb], que se comportam como alofones de nasais plenas. As análises aerodinâmicas mostraram que há um aumento gradual de fluxo aéreo nasal como resultado da redução da abertura da porta velofaríngea durante o fechamento do véu do palato. Em outras palavras, há um aumento simultâneo de pressão intraoral e do fluxo de ar nasal levando ao aparecimento de *bursts* no *onset* e no *offset* da consoante nasal.

Kharlamov (2018) também realizou análises acústico-aerodinâmicas a fim de investigar se o russo fazia uso da pré-nasalização como recurso de apoio (*venting*) para facilitar a vibração das pregas vocais e, por conseguinte, do pré-vozeamento durante a produção desses segmentos obstruintes vozeados. Desse modo, analisou a duração do pré-vozeamento das consoantes oclusivas vozeadas iniciais absolutas do russo [b d g], apoiado na formulação da restrição de vozeamento aerodinâmico (AVC),<sup>11</sup> e aventou a hipótese de que o critério de duração sinalizava para uma realização mais breve das oclusivas posteriores, dada a limitação imposta pela redução da área de pressão supraglotal, que impediria o incremento da pressão intraoral. Além disso, o pesquisador também considerou a possibilidade de aplicação de um recurso compensatório diante da inibição articulatória intrínseca no vozeamento dos segmentos mais posteriores: maior abaixamento do véu palatino. Tal suposição implica que a porta velofaríngea, por sua independência relativa dos articuladores orais, permite uma maior passagem de fluxo de ar nasal, visando reforçar o vozeamento dessas produções, originalmente atenuadas.

<sup>10</sup> O grego apresenta pré-nasalização não contrastiva de oclusivas vozeadas [b d g] como resquício de uma fase nasal primitiva do grego clássico (Arvaniti e Joseph, 2000).

<sup>11</sup> Para que o vozeamento ocorra, é necessário que (a) as pregas vocais tenham um grau apropriado de tensão e de adução e que (b) haja fluxo de ar passando pelas pregas vocais. O vozeamento pode ocorrer durante a produção de consoantes oclusivas por um certo tempo, porém, para isso, deve haver expansão do trato vocal, proporcionando mais espaço ao ar acumulado, de modo a evitar que a pressão subglotal fique abaixo do nível necessário para a vibração das pregas vocais.

Essa expansão pode ser passiva, uma vez que as superfícies do trato vocal têm elasticidade, mas também pode ser ativa, quando realizada por meio do abaixamento da laringe ou da expansão das paredes da faringe. Todavia ainda há uma outra forma de expansão que é o AVC. Nesse caso, a ventilação da pressão oral é realizada a partir da abertura da cavidade nasal, com o abaixamento do véu do palato. Essa abertura nasal ainda é compatível com a produção de consoantes oclusivas, desde que o fechamento velofaríngeo ocorra cerca de 20ms antes da abertura da oclusão oral dessas consoantes (Ohala, 1997).

Ao medir as amplitudes do fluxo de ar nasal, obtidas através de médias calculadas para duas janelas de referência: (i) do *onset* até os 20 ms anteriores à soltura; e (ii) a partir dos 20 ms finais imediatamente anteriores à soltura, Kharlamov (2018) observou que os segmentos oclusivos vozeados [b d] possuíam valor de amplitude do fluxo de ar nasal mais alto se comparado às contrapartes não-vozeadas [p t] durante o intervalo inicial desses segmentos. Essa amplitude, entretanto, se mostrou mais baixa do que aquela verificada para as consoantes nasais plenas [m n]. Nos 20 ms imediatamente anteriores à soltura, os valores de amplitude nasal para ambas as obstruintes vozeadas e não-vozeadas foi similar, aproximando-se do zero. Esse resultado é condizente com aqueles reportados para línguas que apresentam pré-nasalização fonêmica, nas quais a fase de murmúrio inicial é seguida pela oclusão total da porta velofaríngea, dentro de um período aproximado de 20 a 30 ms anteriores à soltura oral. Foi constatado também que os valores de amplitude do fluxo nasal se mostraram mais baixos para a obstruinte anterior [b], do que para as posteriores [d] e [g], corroborando a hipótese de uma redução do fluxo aéreo nasal para as oclusivas anteriores. A pesquisa concluiu que os falantes russos fizeram uso do apoio nasal, em algumas produções, para facilitar a produção das oclusivas vozeadas.

Vieira e Seara (2018), estudando aspectos aerodinâmicos de consoantes nasais [m n] do português brasileiro, a partir das curvas de fluxo aéreo nasal, obtidas por um captador piezo-elétrico,<sup>12</sup> verificaram que, durante o fechamento dos lábios para [m] e da oclusão da língua no palato para [n], a amplitude da curva tem ganho significativo na região consonantal e há a propagação de fluxo de ar nasal sobre a vogal seguinte e precedente. As autoras sugerem que há um espriamento da nasalidade maior quando a consoante nasal ocupa posição átona, pois a vogal tônica que a antecede, nasaliza-se, levando ao aumento da nasalidade, ao passo que, quando a consoante nasal está em contexto tônico, a nasalidade inicia-se basicamente na consoante. A

partir desse estudo, com a observação do comportamento aerodinâmico da nasalidade, as autoras puderam inferir que o gesto vélico das consoantes [m n] é complexo, exibindo fases sucessivas de abertura, platô (manutenção da abertura) e fechamento.

Mendonça e Seara (2015), investigando, acústica e aerodinamicamente, as vogais contextualmente nasalizadas do português brasileiro, observaram que a nasalidade das vogais pode ser progressiva, regressiva ou dupla. Quanto à assimilação regressiva, a consoante nasal [m] apresentou, em 90% dos dados, um menor índice de nasalização antecipatória, nasalizando cerca de um quarto (25%) da vogal antecedente. A nasal [n], em 61,5% dos dados, nasalizou cerca da metade (50%) da vogal antecedente, e a nasal [ɲ] apresentou uma grande coarticulação, nasalizando cerca de três quartos (75%) da duração da vogal antecedente.

Verificamos, a partir dos trabalhos acima referenciados, que parâmetros relativos à configuração e amplitude de curvas do sinal oral e nasal (revelando, indiretamente, características aerodinâmicas) podem se mostrar contundentes para sinalizar distinções entre diferentes classes de sons nasais. Passemos, então, aos procedimentos metodológicos empregados no presente estudo.

#### 4. Metodologia

Os dados acústicos apresentados neste estudo fazem parte de uma análise preliminar da variedade nhandewa-guarani, realizada com dados obtidos junto a uma falante nativa. Na sequência, apresentamos o detalhamento da metodologia, considerando: a identificação do participante; a descrição do *corpus* elaborado para a gravação e os procedimentos de elicitación; a relação de instrumentos empregados durante o estágio de aquisição dos dados; os protocolos de segmentação e etiquetagem dos dados acústicos; e, por fim, os parâmetros acústicos analisados.

Seus resultados se assemelham estatisticamente àqueles obtidos a partir de um microfone nasal.

<sup>12</sup> O captador piezo-elétrico, usado para estudos dos fenômenos da nasalidade (Brkan et al., 2012; dentre outros), converte a energia mecânica (movimento vibratório) em sinais elétricos.



#### 4.1. Participante

A informante é do sexo feminino, com 53 anos de idade, ensino superior completo, falante nativa da variedade nhandewa. É procedente da cidade de Foz do Iguaçu (Paraná/Brasil) e atualmente reside junto ao perímetro urbano da Grande Florianópolis (Santa Catarina/Brasil). Além da língua guarani, domina o português e o espanhol. A participante não apresentava, no momento da coleta, alterações de ordem auditiva ou relacionadas à fala.

#### 4.2. Corpus para gravação

O desenvolvimento do *corpus* de pesquisa foi pautado na seleção de itens lexicais provenientes da cartilha de alfabetização infantil *Kyringue'i Onhembo'e Ævã: Cartilha de alfabetização guarani*, publicação organizada pela Aldeia Indígena de Massiambú (Palhoça/SC) (Silva e Antunes, 2013) e do documento virtual *Léxico guarani, dialeto mbyá: Guarani-português* (Dooley, 2006),<sup>13</sup> vocabulário

básico com informações úteis para o ensino médio, a aprendizagem e pesquisa linguística.

Optamos por utilizar imagens em nosso experimento, para uma maior naturalidade das produções e para que a representação ortográfica não influenciasse na produção das palavras pela informante. Os vocábulos selecionados foram tratados como estímulos inseridos em frase-veículo, de modo que a participante, ao visualizar sua projeção, via *slides*, fosse estimulada a produzir a sequência orientada. Como frase-veículo, definimos a estrutura sintática expressa pela ordem sujeito-verbo-objeto: *Kunha oexa \_\_\_\_\_*. Nessa sentença, *kunha* (moça/mulher jovem) corresponde ao sujeito oracional e *oexa* (vê/observa) denota a unidade verbal. A palavra-alvo ocupa, sempre, a posição de objeto oracional de modo a evitar efeitos prosódico-entonacionais advindos de diferentes posições na sentença. Um exemplo de frase-veículo disposta em formato pictórico é ilustrado na Figura 1.<sup>14</sup>



**Figura 1.** Exemplo de frase-veículo, disposta em forma pictórica, para a produção da palavra *manduvi*: *kunha oexa manduvi* (a moça vê o amendoim).

Ao todo, foram gravadas 75 palavras inseridas em frases-veículo. Da lista de palavras adotadas, 31 continham os segmentos em investigação que incluíam oclusivos pré-nasalizados [mb nd ŋg] e nasais plenos [m n ŋ].

Cada uma dessas palavras foi repetida duas vezes, totalizando 62 dados. Na Tabela 2, é apresentada a lista de palavras<sup>15</sup> analisadas no presente estudo.

<sup>13</sup> O vocabulário das variedades nhandewa e mbyá, com algumas exceções, é bastante próximo.

<sup>14</sup> Figuras com licença livre de uso Pixabay (OpenClipart-Vectors, 2013; TanteTati, 2015; Yabayee, 2015).

<sup>15</sup> Verificamos discrepâncias na ortografia guarani. Dessa forma, seguimos a representação adotada na *Cartilha de alfabetização guarani* (Silva e Antunes, 2013) e no *Léxico guarani, dialeto mbyá: Guarani-português* (Dooley, 2006).

[mb]	[nd]	[ŋg]	[m]	[n]	[p]
<i>mberu</i>	<i>nhandú</i>	<i>mangá</i>	<i>maino</i>	<i>nara</i>	<i>inhakura'ĩ</i>
<i>mbi</i>	<i>manduvi</i>	<i>ngora</i>	<i>manduvi</i>	<i>enimbo'e</i>	<i>nhandú</i>
<i>mburika</i>	<i>mandyju</i>	<i>angu'apu</i>	<i>mangá</i>	<i>maino</i>	<i>nhuá</i>
<i>karumbe</i>	<i>mandi'o</i>	<i>anguja</i>	<i>mandyju</i>	<i>enapyã</i>	<i>nhamandu</i>
<i>nambi</i>	<i>endy</i>		<i>memby</i>	<i>nambi</i>	
<i>mimby</i>	<i>pindo</i>		<i>mitãi</i>	<i>nambixa</i>	
<i>enimbo'e</i>	<i>xondaro</i>		<i>amambai</i>	<i>poropanoa</i>	
<i>amambai</i>	<i>nhamandu</i>		<i>mandi'o</i>	<i>nupãa</i>	
<i>mbytá</i>			<i>motõ</i>	<i>kanoã</i>	
<i>memby</i>			<i>mimby</i>		
<i>nambixa</i>			<i>nhamandu</i>		

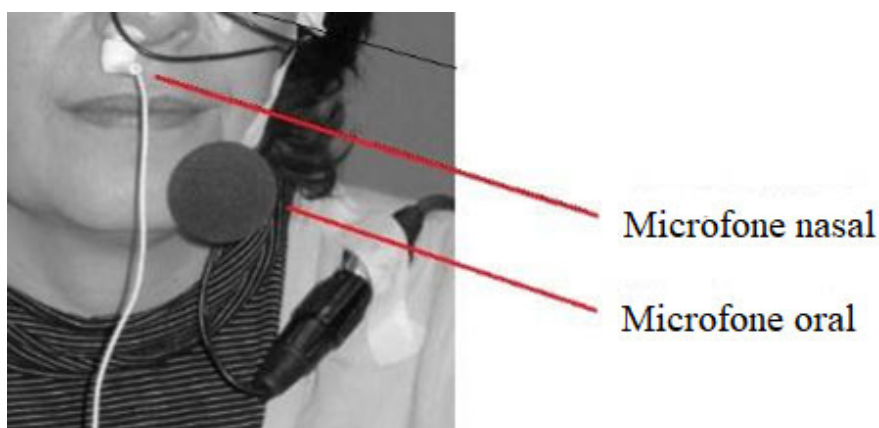
**Tabela 2.** Lista de palavras analisadas pelo presente estudo.

A informante foi orientada a produzir as frases-veículo em um ritmo normal e confortável de fala. A projeção dos slides para leitura foi controlada remotamente.

#### 4.3. Instrumentos para aquisição dos dados

As gravações dos dados acústicos foram conduzidas em cabine audiométrica Otobel (modelo Bel-150, atestada com laudo de aferição ISO8253-1), isolada

acusticamente, junto às dependências do Laboratório de Fonética Aplicada (FONAPLI), localizado na Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil). A coleta dos dados foi realizada conectando-se os microfones oral e nasal a um gravador digital portátil – modelo Zoom H4n. Os dados orais foram adquiridos através do microfone hipercardioide Shure (modelo SM48) (ver Figura 2), acoplado de modo a garantir um distanciamento fixo entre a saída oral (lábios) e o captador acústico.



**Figura 2.** Exemplo do posicionamento dos microfones oral (global) e nasal.

Fonte: foto autorizada pelo participante.

Os dados nasais, por sua vez, foram gravados com o auxílio de um fone de ouvido de baixa impedância, modelo SONY MDR-EX15AP, adaptado como um microfone padrão, afixado à saída de uma das narinas (Audibert e Amelot, 2011; Stewart e

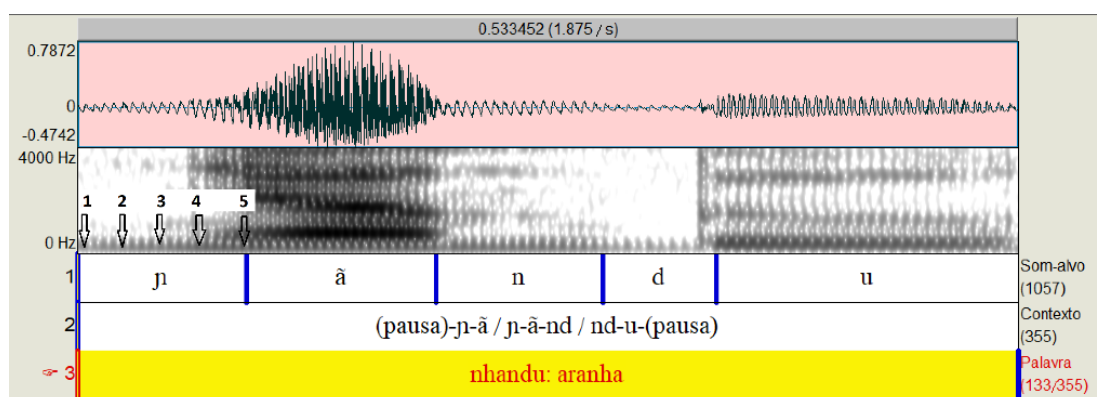
Kohlberger, 2017), conforme ilustra a Figura 2. A partir da captação do sinal acústico nasal, é possível visualizar efeitos de coarticulação, gradência e, também, realizar inferências indiretas acerca do fluxo aéreo nasal e do comportamento do véu do

palato. Ambos os dados, nasais e orais, foram coletados simultaneamente, a uma taxa de amostragem de 44.100 Hz, com resolução de 16 bits.

#### 4.4. Segmentação e etiquetagem dos dados

Os sinais acústicos foram segmentados e etiquetados com o apoio do *software Praat* (Boersma e Weenink, 2016). A etiquetagem dos dados foi constituída de três camadas: a primeira, relativa à segmentação dos sons-alvo; a segunda, relacionando os contextos

segmentais adjacentes; e a terceira, contendo a representação ortográfica da palavra guarani, acompanhada de sua tradução para o português. Os parâmetros avaliados foram obtidos automaticamente a partir de um *script*<sup>16</sup> do *Praat*. Esse *script* coleta os valores de cada parâmetro em 5 pontos equidistantes na região que corresponde a cada som-alvo. Veja, na Figura 3, um exemplo de etiquetagem e dos 5 pontos de onde são coletados os dados a partir do *script*.



**Figura 3.** Janela do *software Praat* exibindo, de cima para baixo, forma de onda, espectrograma e as três camadas de etiquetagem (Som-alvo; Contexto; Palavra) do sinal acústico oral (SAO). No primeiro segmento etiquetado, estão indicados, para fins de exemplificação, os cinco pontos nos quais o *script* coleta os dados.

Para a normalização dos valores de intensidade dos sons-alvo, foi calculado o valor médio da amplitude do sinal acústico nasal (SAN) apresentado pelos sons vocálicos orais presentes nos dados gravados. O valor médio obtido foi de 54 dB. Esse valor foi, então, subtraído do valor de intensidade do SAN dos sons nasais em investigação. Observe, na Figura 4, o resultado dessa normalização. Note que os sons orais não apresentam curva de SAN, enquanto, nos sons nasais, essa curva pode ser evidenciada, revelando que o limiar de 54 dB é bastante adequado.

Na Figura 4(a), podem ser visualizadas a forma de onda e a curva de amplitude do SAN, referentes à palavra *pakova* (banana) que contém apenas sons orais. Em (a), pode ser visto que, na janela inferior, a curva de amplitude do SAN não é visualizada, uma vez que ela fica abaixo do limiar estabelecido para a normalização dos dados. Na Figura 4(b), são

amostradas a forma de onda e a curva de amplitude do SAN, referentes à palavra *nhandu* (aranha) que apresenta sons orais e nasais. Em (b), pode ser visualizada, na janela inferior, a curva de amplitude do SAN nas regiões referentes aos sons nasais; entretanto, não se observa a curva de amplitude nas regiões que correspondem aos sons orais. Tais comportamentos validam o limiar estabelecido (54 dB) para normalização dos dados investigados.

#### 4.5. Parâmetros acústicos investigados

Acerca dos dados orais, foram averiguados os parâmetros:

- a) duração das consoantes nasais plenas, da fase nasal e da fase de oclusão oral das oclusivas pré-nasalizadas e, também, a duração total das pré-nasalizadas (fase nasal + fase de oclusão oral);

<sup>16</sup> *Script* desenvolvido por Fernando Santana Pacheco.

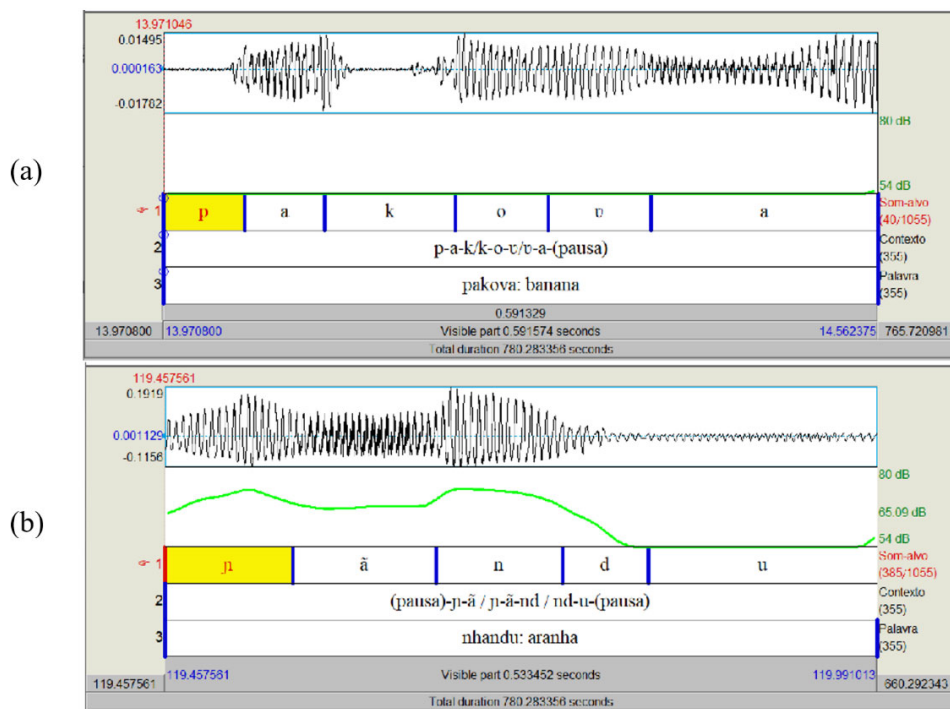
- b) frequências de ressonância no ponto inicial (*onset*), medial e final (*offset*) de nasais plenas e das oclusivas pré-nasalizadas;
- c) amplitude dos formantes a partir de análises espectrais.

Acerca dos dados nasais, foram examinados os parâmetros:

- a) amplitude das curvas do SAN de consoantes nasais plenas e da fase nasal de oclusivas pré-nasalizadas;

- b) ponto inicial e final do SAN, considerando ainda sua configuração e espreadimento sobre segmentos adjacentes.

Apresentados os procedimentos metodológicos, vamos aos resultados obtidos na análise dos dados acústicos dos sinais oral e nasal referentes às consoantes pré-nasalizadas e nasais plenas.



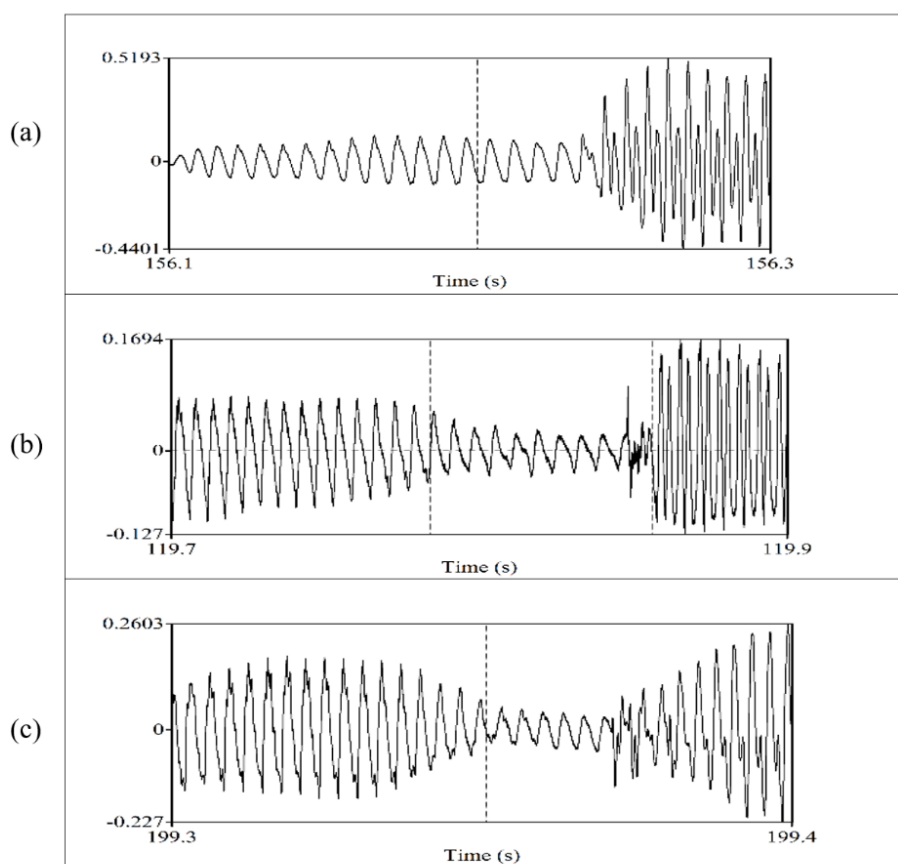
**Figura 4.** Forma de onda (janela superior) e curva de amplitude (janela inferior) do sinal acústico nasal (SAN) das palavras (a) *pakova* (contendo apenas sons orais) e (b) *nhandu* (contendo sons orais e nasais).

## 5. Resultados do estudo

Nesta seção, apresentamos os resultados na seguinte ordem: análises qualitativas preliminares; análises temporais depreendidas a partir do sinal acústico oral; configurações das curvas de amplitude do sinal acústico nasal; e, por fim, padrões espectrais obtidos com os sinais acústicos oral e nasal.

### 5.1. Análises qualitativas preliminares

Considerando que a região de pré-nasalização compreende uma fase de murmúrio nasal e uma fase subsequente de pré-vozeamento, correspondente ao período de oclusão oral das obstruintes, efetuamos uma inspeção visual preliminar para verificar se esse padrão se mostrava presente. Observe a Figura 5.



**Figura 5.** Formas de onda do sinal acústico oral na produção das consoantes oclusivas pré-nasalizadas: (a) [mb]; (b) [nd]; e (c) [ŋg].

Pelos dados da Figura 5, onde são exibidas as formas de onda das consoantes oclusivas pré-nasalizadas [mb nd ŋg], fica evidente que, no nhandewa, tanto a fase nasal quanto a fase de oclusão oral dos segmentos oclusivos pré-nasalizados compartilham pulsos glotais regulares periódicos. Isso difere do que acontece, por exemplo, com a língua somali zigula (Martínez e Rosenbaum, 2017), em que a fase nasal pode se apresentar desvozeada acusticamente.

As análises mais frequentes nos estudos, referenciados anteriormente, relativos às nasais plenas e pré-nasalizadas baseiam-se, principalmente, no parâmetro de duração. Assim, continuamos a apresentação dos resultados pelas análises temporais.

## 5.2. Análises temporais

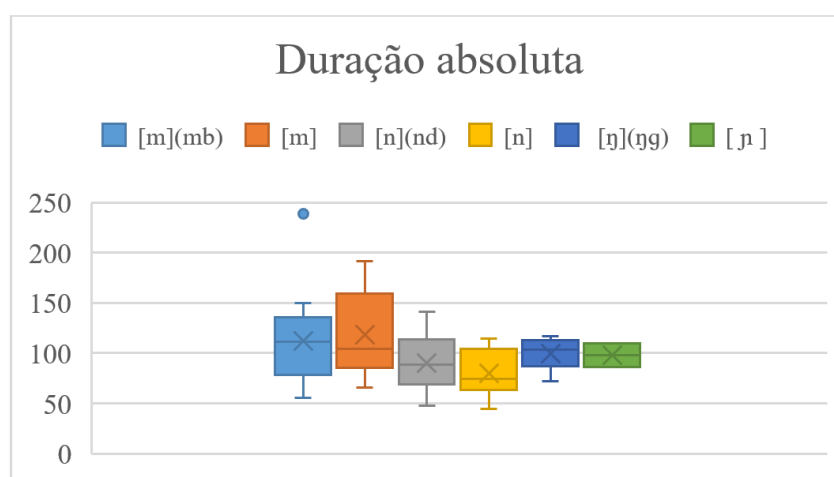
Buscando verificar se as características da fase nasal das consoantes pré-nasalizadas são comuns às nasais plenas, analisamos, separadamente, para as pré-nasalizadas, a região que apresentava nasalização (fase nasal) e a região que compreendia o período de pré-vozeamento (fase de oclusão oral), ou seja, o VOT (*voice onset time*), característico de consoantes oclusivas vozeadas. Na Tabela 3, exibimos os resultados concernentes aos valores médios de duração (em ms) e desvio-padrão das fases nasais dos segmentos oclusivos pré-nasalizados e das consoantes nasais plenas.

Segmentos-alvo	Duração (ms)	Desvio-padrão (ms)
[mb]	105,98	30,65
[m]	118,04	42,40
[nd]	99,94	27,53
[n]	80,02	21,82
[ŋg]	106,16	15,45
[ɲ]	98,22	16,60

**Tabela 3.** Valores médios de duração (em ms) e desvio-padrão de consoantes nasais plenas e da fase nasal das oclusivas pré-nasalizadas.

Percebe-se que, acerca da duração absoluta, as consoantes nasais plenas e a fase nasal das pré-nasalizadas são semelhantes, ou seja, estatisticamente, não há diferenças temporais significativas ( $p < 0,05$ )<sup>17</sup> entre os dois segmentos homorgânicos.

Ainda, no gráfico referente à distribuição dos dados (Figura 6), podemos visualizar melhor a sobreposição de valores, principalmente se levarmos em conta as consoantes homorgânicas. Esse gráfico revela a semelhança entre a duração da fase nasal das consoantes pré-nasalizadas e de suas contrapartes nasais plenas.



**Figura 6.** Boxplot da distribuição dos valores de duração (ms) das consoantes nasais plenas e da fase nasal das consoantes oclusivas pré-nasalizadas.<sup>18</sup>

Também foi efetuado o levantamento da duração (em ms) da região que compreende a oclusão oral das pré-nasalizadas, ou seja, o VOT. Na Tabela 4, são exibidos os valores médios referentes ao nhandewa (presente estudo), ao ndumbea, apresentados em Gordon e Maddieson (1999), e

também relativos ao português brasileiro, língua na qual não se constata pré-nasalização de oclusivas vozeadas, apresentados por Klein (1999) e Alves (2015).

<sup>17</sup> [mb] x [m] ( $p=0,133731$ ); [nd] x [n] ( $p=0,220900$ ).

<sup>18</sup> No gráfico, em cada *boxplot*, o x representa o valor médio e a linha horizontal representa a mediana.

Segmentos-alvo	Presente estudo	Gordon e Maddieson (1999)	Klein (1999)	Alves (2015)
[mb]	39,0	41,8	105	92
[nd]	44,5	36,2	93	83
[ŋg]	47,0	27,9	77	70

**Tabela 4.** Valores médios de duração (em ms) da fase de oclusão oral (pré-vozeamento) de consoantes oclusivas pré-nasalizadas do nhandewa (presente estudo), do ndumbea (Gordon e Maddieson, 1999) e do português brasileiro (Klein, 1999; Alves, 2015).

Os dados referentes ao VOT, obtidos no presente estudo e exibidos na Tabela 4, expressam valores bastante baixos em relação aos valores de VOT de oclusivas vozeadas do português brasileiro. No entanto, os dados relativos à língua ndumbea, que também exibem oclusivas pré-nasalizadas, mostram comportamento similar aos dados observados no nhandewa. Para línguas que apresentam segmentos pré-nasalizados, tal condição seria esperada, uma vez que parte da fase de oclusão das consoantes pré-nasalizadas apresenta simultaneamente uma fase nasal, na qual, além da oclusão, verifica-se a abertura da porta velofaríngea. Cohn e Riehl (2016) apontam que o prolongamento da fase nasal durante parte da oclusão oral é desejável articulatoriamente, pois facilita a manutenção do vozeamento espontâneo durante a produção de segmentos oclusivos

vozeados. Certamente, esse comportamento pode justificar a observação do vozeamento em todas as produções de pré-nasalizadas aqui investigadas.

Verificamos que alguns estudos (Cohn e Riehl, 2016; Gordon e Maddieson, 1999; Maddieson e Ladefoged, 1993) indicavam, em diferentes línguas, que as consoantes homorgânicas [mb m p] ou [nd n t] ou [ŋg ŋ k] não apresentavam diferenças relevantes de duração absoluta em relação às suas contrapartes consonantais simples (sejam elas nasais, orais, vozeadas ou não-vozeadas). Na Tabela 5, são exibidos os dados referentes aos valores médios de duração total das oclusivas pré-nasalizadas (fase nasal + fase de oclusão oral) e das consoantes nasais plenas do nhandewa, e aqueles obtidos por Burton et al. (1992) e Gordon e Maddieson (1999).

Segmentos-alvo	Presente estudo			Burton et al. (1992)			Gordon e Maddieson (1999)	
	média	dp	nº	média	dp	nº	média	nº
[mb]	144,98	36,81	18				153,5	15
[m]	118,04	42,40	15				76,9	09
[nd]	144,41	33,78	09	102	24	8	114,5	13
[n]	80,02	21,82	13	74	36	20	126,1	09
[ŋg]	153,15	12,39	06				96,9	08
[ŋ]	98,22	16,60	06				135,2	13

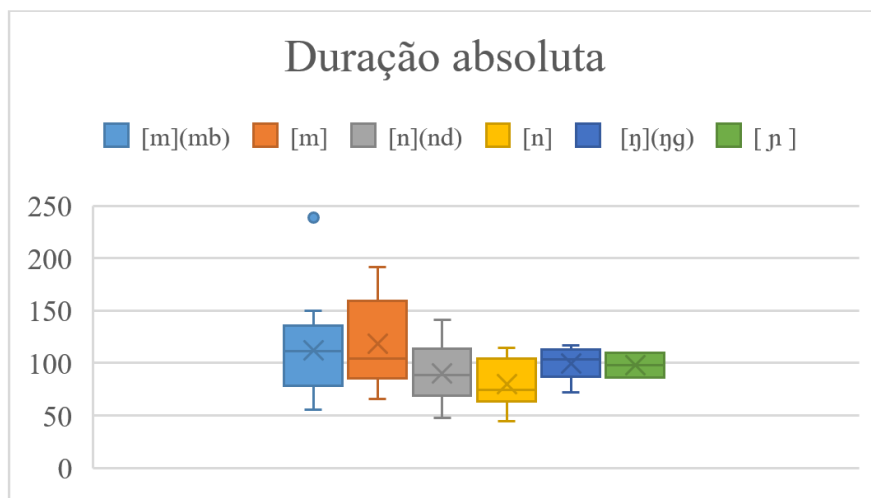
**Tabela 5.** Valores médios de duração (em ms), desvio-padrão e número de dados das consoantes oclusivas vozeadas pré-nasalizadas e nasais plenas do nhandewa e dos dados apresentados em Burton et al. (1992) e Gordon e Maddieson (1999).



Comparamos os valores de duração entre as consoantes homorgânicas. Esses resultados indicaram, de forma geral, que não há diferenças temporais (duração absoluta) estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre as homorgânicas.<sup>19</sup>

Exceções foram verificadas junto aos pares [mb]x[p] ( $p=0,034910$ ) e entre [nd]x[n] ( $p=0,020880$ ). Assim, podemos dizer que os valores médios de duração referentes à maior parte dos nossos dados ([mb]x[m]; [m]x[p]; [nd]x[t]; [n]x[t])<sup>20</sup> são

condizentes com aqueles reportados em estudos sobre línguas que apresentam consoantes pré-nasalizadas (Burton et al., 1992; Gordon e Maddieson, 1999, por exemplo), isto é, não mostram diferenças estatísticas relevantes entre a duração de consoantes homorgânicas. A distribuição dos valores de duração absoluta das consoantes pré-nasalizadas bilabiais, alveolares e de suas contrapartes nasais pode ser observada na Figura 7, assim como a sobreposição dos dados das labiais.



**Figura 7.** Boxplot da distribuição dos valores de duração absoluta (ms) das consoantes pré-nasalizadas bilabiais e alveolares e de suas contrapartes nasais.

Observamos ainda que, entre a duração da pré-nasalizada [mb] e sua contraparte nasal [m] (Tabela 5), não foram observadas diferenças estatisticamente relevantes ( $p=0,196109$ ). Esse resultado difere do apresentado por Gordon e Maddieson (1999) para o ndumbea (Tabela 5), em que as pré-nasalizadas bilabiais (153,3 ms) se mostraram significativamente mais longas do que as suas correspondentes nasais plenas (76,9 ms).

No entanto, diferentemente das nasais bilabiais, os valores de duração das consoantes alveolares pré-nasalizadas e nasais (Tabela 5) diferem significativamente ( $p=0,020880$ ). Nesse caso, as

pré-nasalizadas são, em média, 80% mais longas do que as nasais, dados que também divergem dos resultados de Gordon e Maddieson (1999) (Tabela 5), para os quais as pré-nasalizadas alveolares se mostraram mais curtas (114,5 ms) do que suas nasais correspondentes (126,1 ms). Com relação às velares, o reduzido número de dados não nos permitiu gerar uma estatística confiável.

Outra observação interessante sobre os dados temporais diz respeito à duração relativa da fase nasal e da fase de oclusão oral, com referência à duração total das consoantes pré-nasalizadas (fase nasal + fase de oclusão oral). Observe a Tabela 6.

<sup>19</sup> A nasal palatal [ɲ] não se apresenta como variante homorgânica da pré-nasalizada velar [ŋg], e sim da africada [dʒ]. E em função do reduzido número de dados obtidos junto

às velares homorgânicas [ŋg] e [k], não empreendemos análises estatísticas dessas consoantes.

<sup>20</sup> Com valores de  $p=0,196109$ ;  $p=0,876722$ ;  $p=0,213525$ ;  $p=0,157812$ , respectivamente.



Segmentos-alvo	Presente estudo	Gordon e Maddieson (1999)
[mb]	72,40%	62,8%
[mb]	27,60%	37,2%
[nd]	68,37%	53,8%
[nd]	31,63%	46,2%
[ŋg]	69,36%	59,6%
[ŋg]	30,64%	40,4%

**Tabela 6.** Duração da fase nasal e da fase de oclusão oral em relação à duração total (nasal+oclusão oral) das consoantes pré-nasalizadas (%) do nhandewa e do ndumbea (Gordon e Maddieson, 1999).

Pela Tabela 6, podemos observar uma regularidade nos dados do nhandewa, ou seja, a fase nasal corresponde a cerca de 70% da pré-nasalizada e os 30% restantes correspondem à fase de oclusão oral. A partir de Gordon e Maddieson (1999), elaboramos este percentual para a língua ndumbea (que apresenta pré-nasalizadas) e obtivemos resultados menos regulares, com percentuais da fase de oclusão oral bem mais elevados, chegando a 46,2%.

Reportados os resultados das análises temporais, passemos às análises sobre a configurações das curvas de amplitude do sinal acústico nasal (SAN).

### 5.3. Configurações das curvas de amplitude do sinal acústico nasal (SAN)

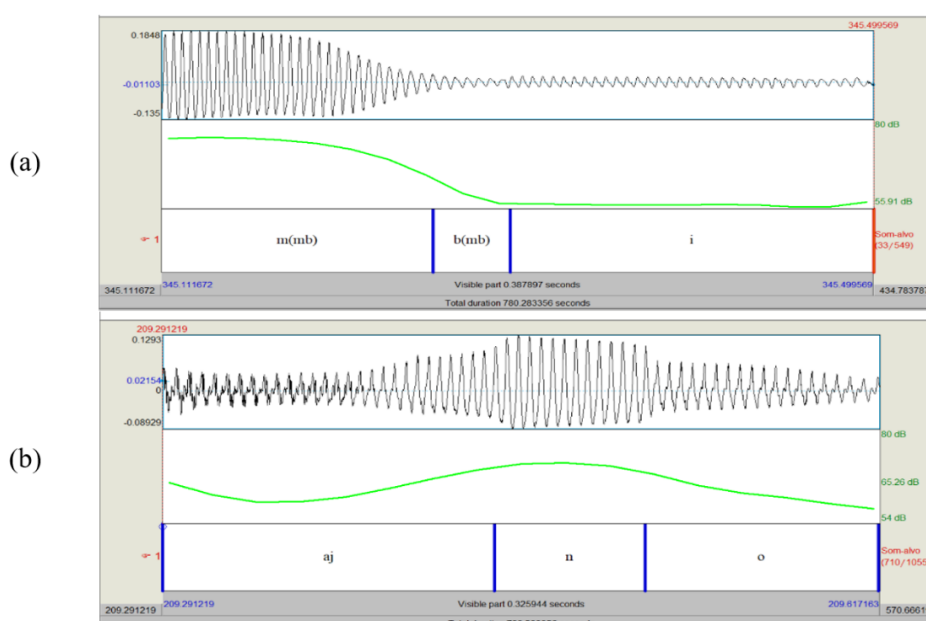
Iniciamos as análises das curvas de amplitude do sinal acústico nasal (SAN) a partir da observação da sua configuração e espraçamento para os contextos vizinhos. A observação das configurações apresentadas por essas curvas nos possibilitaram averiguar a presença de nasalidade nas vizinhanças das nasais plenas e das oclusivas pré-nasalizadas, assim como a equivalência do grau de nasalidade entre sons consonantais nasais presentes na mesma palavra. Desse modo, foram observados vários eventos acústicos associados aos padrões de configuração apresentados pelas curvas do SAN dos sons em estudo. Esses eventos e a quantidade de dados (%) em que foram encontrados são apresentados na Tabela 7.

Eventos acústicos	
Nasalização da região de pré-vozeamento	100%
Queda de amplitude no desbloqueio oral	89%
Semelhança da amplitude da curva do SAN entre nasais	78%
Semelhança da amplitude da curva do SAN entre nasais e pré-nasalizadas	88%
Nasalização da vogal anterior à pré-nasalizada	100%
Nasalização da vogal entre nasal e pré-nasalizada	100%
Nasalização da vogal anterior à nasal plena	81%
Nasalização da vogal entre nasais plenas	100%
Nasalização da vogal que segue a pré-nasalizada	9%
Nasalização da vogal que segue a nasal plena	100%

**Tabela 7.** Eventos acústicos associados à configuração e ao espraçamento das curvas do SAN e seus percentuais de ocorrência.

Observando a Tabela 7, podemos verificar que, enquanto na produção de consoantes nasais, a porta velofaríngea permanece aberta até o desbloqueio oral, podendo se estender, sobrepondo-se à vogal subsequente (em 100% dos dados); nas consoantes pré-nasalizadas, há uma redução da abertura velofaríngea, representada pela queda de amplitude

da curva do SAN na fase de bloqueio oral (em 89% dos dados). Essa queda reflete o aumento da pressão intraoral, característica da produção de oclusivas (Burton et al., 1992; Kong et al., 2012). Veja, na Figura 8, exemplos de curvas do SAN de oclusivas pré-nasalizadas (em (a)) e de nasais plenas (em (b)).



**Figura 8.** Forma de onda e curva de amplitude do SAN de (a) uma consoante pré-nasalizada [mb] e (b) de uma consoante nasal [n].

Na Figura 8(a), é exibida a curva do SAN (em verde abaixo da forma de onda) da pré-nasalizada [mb] na palavra *mimby* (flauta), e nela percebemos a queda de amplitude da curva do SAN na fase de oclusão oral – identificada na etiquetagem como b(mb) – até a sua ausência no momento do desbloqueio oral. Na Figura 8(b), observamos a curva do SAN (em verde abaixo da forma de onda) sobre a nasal alveolar [n] na palavra *maino* 'i (beija-flor). Nela, é possível notar que a curva de SAN se mantém em um platô durante toda a consoante nasal, iniciando na vogal precedente, retratando a assimilação regressiva de nasalidade, e vai decaindo apenas na região de produção da vogal seguinte, nasalizando-a progressivamente, indo além do desbloqueio oral da nasal, conforme sinalizado por Burton et al. (1992) e Cohn e Riehl (2016). Essa configuração de curva do SAN também é observada para nasais do português brasileiro, conforme Vieira e Seara (2017), assim

como a nasalização das vogais que antecedem ou seguem a consoante nasal (Mendonça e Seara, 2015).

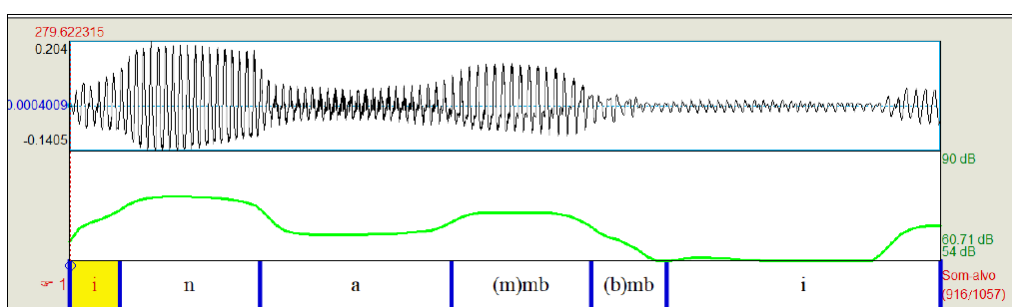
Pela Tabela 7, podemos verificar que 100% das vogais que seguem consoantes nasais plenas são nasais. Já as vogais que seguem oclusivas pré-nasalizadas foram realizadas, em 91% dos dados, como orais. Isso parece corroborar com a hipótese de que a qualidade [+/-] nasal da vogal seguinte condiciona a realização da nasal plena ou da oclusiva pré-nasalizada, ratificando estudos anteriores (Cohn e Riehl, 2016; Costa, 2007; Ivo, 2018).

Agora, observando as vogais anteriores às consoantes em estudo, 100% das vogais que antecedem uma oclusiva pré-nasalizada são nasalizadas, seja total ou parcialmente. Em relação às vogais que antecedem uma consoante nasal plena, 81% delas apresentam algum grau de nasalização.

Nesses casos, pode-se notar que o fenômeno de assimilação de nasalidade regressiva está presente, independentemente de a consoante seguinte ser uma nasal plena ou uma pré-nasalizada, demonstrando o fenômeno de assimilação regressiva, já apontado em outras pesquisas sobre o guarani (Dooley, 1984; Guedes, 1983).

Quando uma vogal se encontra entre dois sons nasais, sejam eles consoantes nasais plenas ou

oclusivas pré-nasalizadas, essa vogal é totalmente nasalizada. Todavia, observamos uma queda de amplitude da curva do SAN na região da vogal nasalizada se comparada à amplitude da curva dos sons consonantais nasais adjacentes. Veja, na Figura 9, essa diferença de amplitude entre a vogal e as consoantes nasais contíguas.



**Figura 9.** Forma de onda e curva de amplitude do SAN (em verde) na palavra *inambi* (sua orelha).

Na Figura 9, podemos notar a queda de amplitude da curva do SAN sobre a vogal localizada entre a consoante nasal [n] e a pré-nasalizada [mb]. Podemos verificar também uma semelhança na amplitude das curvas do SAN sobre as consoantes

nasal [n] e pré-nasalizada [mb]. Essa semelhança é comprovada pelos valores médios apresentados nos cinco pontos equidistantes em cada som analisado. Esses resultados são exibidos na Tabela 8.

Segmentos	Amplitude 1	Amplitude 2	Amplitude 3	Amplitude 4	Amplitude 5
[mb]	10,16 (3,90)	14,35 (2,97)	15,52 (2,15)	15,16 (2,23)	10,55 (3,26)
[m]	7,69 (3,17)	13,81 (2,44)	14,80 (2,60)	15,07 (2,65)	13,16 (2,89)
[nd]	13,68 (2,70)	16,90 (2,21)	16,77 (2,04)	15,71 (2,03)	12,08 (2,53)
[n]	10,36 (4,46)	15,56 (2,61)	15,48 (3,05)	15,28 (2,60)	12,83 (2,44)
[ŋg]	12,77 (2,92)	15,48 (3,28)	16,02 (3,17)	15,16 (3,33)	11,55 (2,43)
[ɲ]	13,15 (1,34)	16,18 (1,22)	17,93 (0,83)	14,73 (0,17)	12,24 (0,05)

**Tabela 8.** Valores médios e desvio-padrão da amplitude (em dB) normalizada de oclusivas pré-nasalizadas e consoantes nasais plenas, obtidos nos 5 pontos coletados pelo *script* do *Praat*.

Os resultados apresentados na Tabela 8 revelam a semelhança entre os valores de amplitude das curvas do SAN sobre as nasais ([m n ɲ]) e a fase nasal das oclusivas pré-nasalizadas ([mb nd ŋg]). Essa semelhança corrobora os dados apresentados na Tabela 7 no que diz respeito à equivalência das curvas de amplitudes do SAN entre as próprias nasais e entre as nasais e as pré-nasalizadas.

Outro ponto a ser discutido diz respeito à queda de amplitude da fase nasal para a fase de oclusão oral das oclusivas pré-nasalizadas. Diferentemente das consoantes nasais, que apresentam uma concentração de amplitude do início ao fim do segmento (do *onset* para o *offset*, a queda de amplitude média é de apenas 3,46 dB), as pré-nasalizadas apresentam uma queda de amplitude média, do *onset* da fase nasal para o *offset* da fase de oclusão oral, de 9,16 dB. Observe a Tabela 9.

Consoantes	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Média
[mb]	0,83	7,89	12,43	15,28	13,03	<b>9,89</b>
[nd]	1,88	7,65	10,13	11,93	11,63	<b>8,64</b>
[ŋg]	1,57	6,70	10,39	12,94	13,09	<b>8,94</b>
<b>Média</b>						<b>9,16</b>

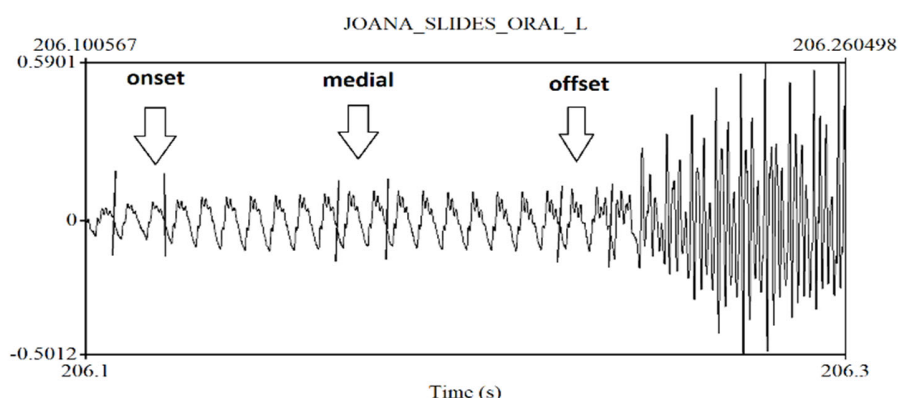
**Tabela 9.** Valores médios de diferença de amplitude (dB) entre a fase nasal e a fase de oclusão oral das pré-nasalizadas, considerando os cinco pontos analisados no interior de cada segmento.

Na Tabela 9, é possível verificar as diferenças entre as concentrações de energia nos cinco pontos analisados no interior de cada segmento, considerando a fase nasal (pontos 1, 2 e 3) em relação à fase de oclusão oral (pontos 4 e 5) das pré-nasalizadas. As diferenças aumentam sensivelmente a partir do ponto 2. Essa queda de amplitude nasal também é sinalizada nos estudos de Burton et al. (1992) e Kong et al. (2012), em que os autores apontam quedas médias próximas a 10 dB. Tal indicativo sugere, durante a fase de oclusão oral, uma maior obstrução da saída nasal, necessária à elevação da pressão intraoral.

Finalmente, passemos às análises dos padrões espectrais dos sinais acústicos oral e nasal.

#### 5.4. Padrões espectrais

Em consonância aos estudos de Burton et al. (1992) e Kong et al. (2012), estabelecemos três pontos de coleta de padrões espectrais para as consoantes nasais plenas e pré-nasalizadas em estudo: *onset*, *medial* e *offset*, como mostrado na Figura 10.



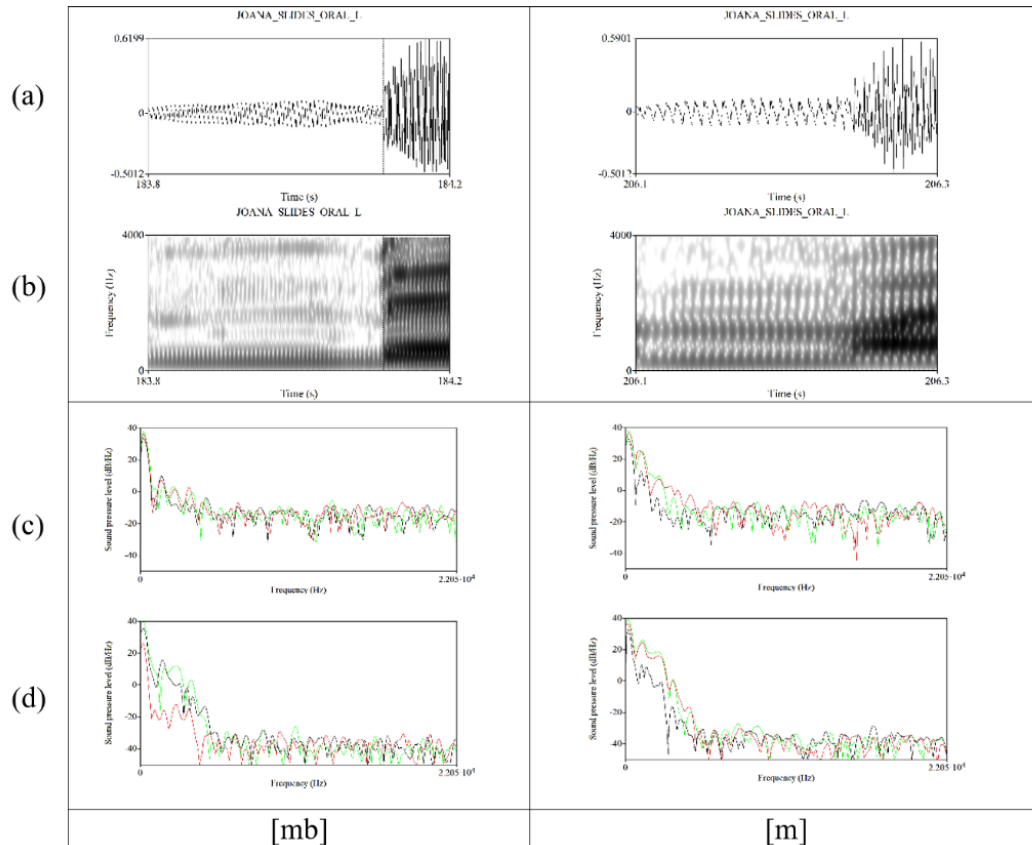
**Figura 10.** Indicação de dois picos glotais considerados para a observação de padrões espectrais no ponto inicial (*onset*), medial e final (*offset*) das consoantes em estudo.

Em cada um desses pontos, foi obtido um espectro FFT sobre dois picos glotais. No caso das pré-nasalizadas, os dois primeiros pontos correspondiam à fase nasal (*onset* e *medial*) e o último à fase de oclusão oral (*offset*). Esses padrões espectrais foram obtidos a partir do SAO e do SAN desses segmentos. Veja as figuras 11, 12 e 13.

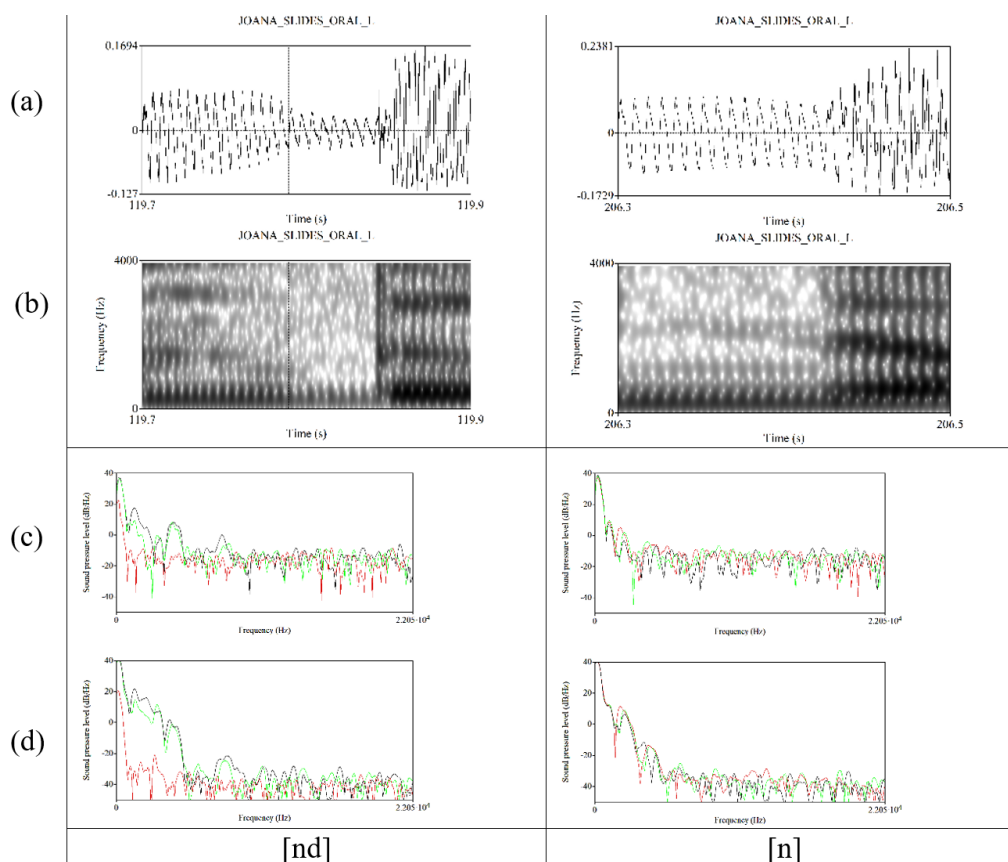
A observação dos dados, comparando a amplitude dos picos em baixas frequências à amplitude dos picos em altas frequências (janelas (c) e (d) das figuras 11, 12 e 13), permite-nos dizer que há uma maior concentração de energia nas baixas frequências tanto para as pré-nasalizadas quanto para as nasais. Porém, percebemos que, se olharmos os picos referentes ao *offset* (em vermelho) das pré-nasalizadas (janelas à esquerda, nas figuras 11, 12 e

13), há uma queda acentuada de amplitude em relação ao *offset* (vermelho) das nasais (janelas à direita, nas figuras 11, 12 e 13). Essa queda aparece mais acentuada quando observamos as janelas (d) das figuras 11, 12 e 13, que correspondem ao espectro em frequências do SAN. Essa queda indica

que há uma menor nasalização no *offset* das pré-nasalizadas, necessária ao aumento da pressão intraoral na produção de oclusivas, como já visto anteriormente a partir dos dados numéricos.



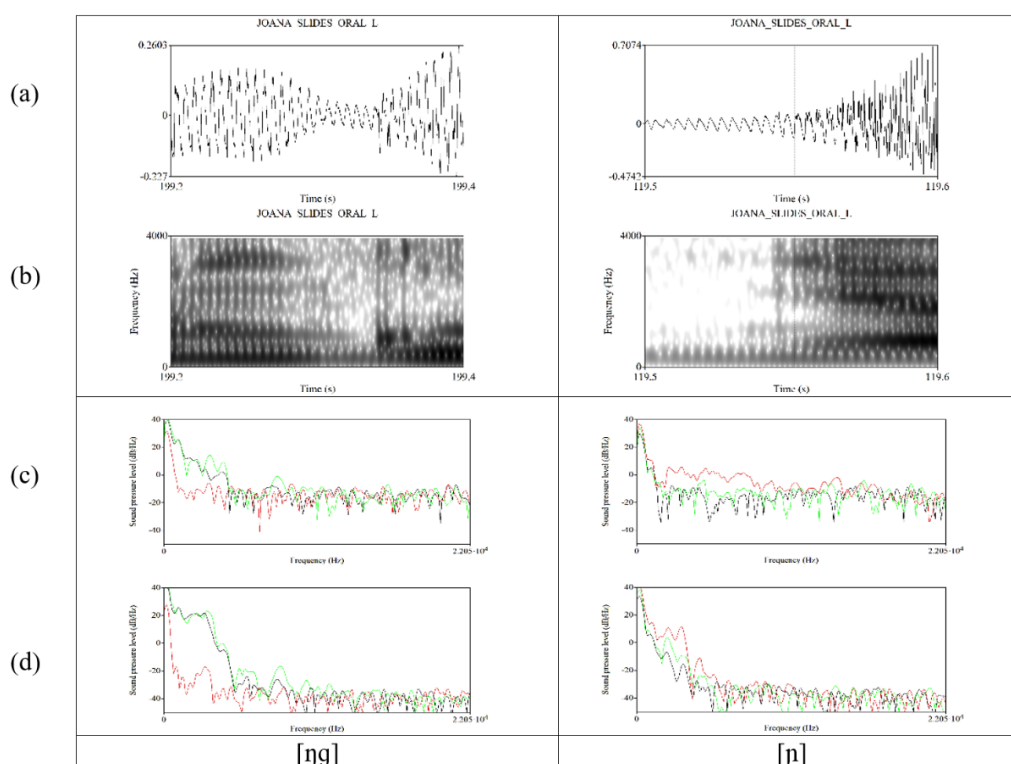
**Figura 11.** (a) Forma de onda, (b) espectrograma e sobreposição de espectros em frequência (FFT), a partir do (c) SAO e do (d) SAN, no *onset* (preto), no ponto medial (verde claro) e no *offset* (vermelho), das consoantes oclusiva bilabial pré-nasalizada [mb] e nasal bilabial [m].



**Figura 12.** (a) Forma de onda, (b) espectrograma e sobreposição de espectros em frequência (FFT), a partir do (c) SAO e do (d) SAN, no *onset* (preto), no ponto medial (verde claro) e no *offset* (vermelho), das consoantes oclusiva alveolar pré-nasalizada [nd] e nasal alveolar [n].

Outra observação referente à amplitude dos picos espectrais, feita a partir das figuras 11, 12 e 13, diz respeito a uma maior estabilidade apresentada pelas nasais (janelas (c) e (d) à direita) nos três pontos investigados tanto em baixas quanto em altas frequências. Entretanto, na produção das pré-nasalizadas (janelas (c) e (d) à esquerda), há padrões espectrais diferentes na região de bloqueio oral (*offset*) principalmente em baixas frequências.

Verificamos ainda que o ponto referente à fase de oclusão oral (*offset*) das pré-nasalizadas ([mb nd ŋg]) apresentou valores de F1 frequentemente mais baixos do que aqueles obtidos na sua fase nasal (*onset*), comportamento também verificado por Burton et al. (1992) para a língua moru. Observe, na Tabela 10, as médias coletadas a partir das curvas do SAO. Desse modo, o comportamento espectral das pré-nasalizadas é condizente com resultados de estudos sobre outras línguas que indicam a presença de pré-nasalização.



**Figura 13.** (a) Forma de onda, (b) espectrograma e sobreposição de espectros em frequência (FFT), a partir do (c) SAO e do (d) SAN, no *onset* (preto), no ponto medial (verde claro) e no *offset* (vermelho), das consoantes oclusiva velar pré-nasalizada [ŋg] e nasal palatal [ɲ].

Média de F1	Fase nasal ( <i>onset</i> )	Fase de oclusão oral ( <i>offset</i> )
[mb]	847 Hz	359 Hz
[nd]	725 Hz	523 Hz
[ŋg]	966 Hz	537 Hz

**Tabela 10.** Valores médios de F1 nos pontos iniciais (*onset*) da fase nasal e nos pontos finais (*offset*) da fase oral das pré-nasalizadas do nhandewa.

Depois de analisados os dados, vamos responder às nossas questões de pesquisa e observar as hipóteses que foram comprovadas.

## 6. Questões de pesquisa e considerações finais

Nossa primeira questão de pesquisa inquiria sobre as características acústicas que definiam as oclusivas pré-nasalizadas [mb nd ŋg] do nhandewa, considerando as semelhanças e diferenças em relação às consoantes nasais plenas. Nossa hipótese para essa questão era a de que as características acústicas das oclusivas pré-nasalizadas se

assemelhavam às características das consoantes nasais em relação aos parâmetros duração, amplitude e frequência. Vimos inicialmente que essa semelhança se dá em relação ao vozeamento, uma vez que todos os segmentos analisados apresentaram pulsos glotais em toda a sua extensão, tanto as pré-nasalizadas quanto as nasais plenas.

A duração da fase nasal também não apresentou diferenças significativas em relação ao murmúrio nasal das consoantes nasais. A duração da fase de oclusão oral se mostrou consistente com dados de línguas que apresentam consoantes pré-nasalizadas,

com valores, em média, 50% mais baixos do que os apresentados, por exemplo, para consoantes oclusivas vozeadas do português brasileiro. Talvez possamos associar o menor período de oclusão oral (que ocupa 30% da pré-nasalizada) e o prolongamento, já observado, da fase nasal (que ocupa 70% da pré-nasalizada), à preservação do vozeamento espontâneo observado em todas as produções de pré-nasalizadas do nhandewa, uma vez que o prolongamento da fase nasal se configura como uma estratégia articulatória desejável para a manutenção do vozeamento. Uma outra interpretação seria a de que, em função da preservação da oposição entre vogais orais e nasais existente no nhandewa, a fase oral constituiria um recurso para evitar o espriamento da nasalidade sobre a vogal oral que segue a consoante pré-nasalizada – processo similar àquele registrado para a língua kaingang (D’Angelis, 2013). Constatamos ainda, considerando o parâmetro temporal, que somente as oclusivas bilabiais pré-nasalizadas (fase nasal + fase de oclusão oral) e nasais não apresentaram diferenças estatísticas.

Quanto aos padrões espectrais, foi observado que, conforme resultados apresentados em Burton et al. (1992), a frequência de F1 na fase de oclusão oral das pré-nasalizadas do nhandewa também é mais baixa do que a F1 na fase nasal.

Quanto à amplitude, há uma maior concentração de energia nas baixas frequências tanto para as pré-nasalizadas quanto para as nasais. Entretanto, há uma queda acentuada de amplitude na fase de oclusão oral (*offset*) das pré-nasalizadas em relação ao *offset* das nasais, queda fundamental para a elevação da pressão intraoral na produção de oclusivas.

Nossa segunda questão de pesquisa inquiria sobre as configurações da curva do SAN de consoantes pré-nasalizadas e nasais plenas e a possibilidade de assimilação de nasalidade regressiva e progressiva. Nossa hipótese era a de que haveria semelhanças entre as características de amplitude do sinal nasal de oclusivas pré-nasalizadas e nasais plenas. Os resultados mostraram diversos eventos acústicos

associados aos padrões de configuração apresentados pelas curvas do SAN dessas consoantes, evidenciando a assimilação de nasalidade regressiva de vogais que antecederiam consoantes nasais e oclusivas pré-nasalizadas, além da predominância de vogais orais, na sequência de consoantes pré-nasalizadas, e de vogais nasais, na sequência de nasais plenas. Constatamos também a queda de amplitude da curva do SAN, em média de 9,16 dB, na fase de oclusão oral das pré-nasalizadas em relação à sua correspondente fase nasal.

Esta investigação nos possibilitou caracterizar segmentos pré-nasalizados e nasais da variedade nhandewa do guarani, considerando aspectos acústicos dos sinais oral e nasal, além de confirmar parcialmente nossas hipóteses. Ressaltamos, todavia, que os resultados devem ser tomados com alguma cautela por se tratar ainda de análises iniciais. Estudos futuros comprometidos com uma maior presença e estratificação de participantes, controle fonético-contextual e comparação com outras variedades deverão ainda ser empreendidos para uma ampla caracterização da nasalidade consonantal no nhandewa e, por extensão, da língua guarani.

### Agradecimentos

O presente estudo é resultado de um subprojeto intitulado *A nasalidade vocálica e consonantal no guarani: variedades nhandewa e mbyá*, parte integrante do projeto do Laboratório de Fonética Aplicada (FONAPLI) da Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil): *Análise acústica, aerodinâmica e articulatória da fala*. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas sob o nº 1.619.768.

Aos pareceristas anônimos desta Revista pela leitura minuciosa e pelos comentários ao texto original que certamente contribuíram para uma versão mais adequada do artigo. Salientamos, no entanto, que as inadequações remanescentes são de nossa inteira responsabilidade.



Ao CNPq, pela bolsa de produtividade em pesquisa e pelas bolsas de Iniciação Científica (PIBIC-UFSC).

## Referências

- Alves, M. (2015). *Estudo dos parâmetros acústicos relacionados à produção das plosivas do português brasileiro na fala adulta: Análise acústico-quantitativa* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.
- Arvaniti, A., & Joseph, B. D. (2000). Variation in voiced stop prenasalization in Greek, *Glossologia*, 11(12), 131-166.
- Audibert, N., & Amelot, A. (2011). Comparison of nasalance measurements from accelerometers and microphones and preliminary development of novel features. In P. Cosi, R. de Mori, G. di Fabbriozio, & Pieraccini, R. (Eds.), *Proceedings of INTERSPEECH 2011: 12th annual conference of the international speech communication association, Florence, Italy* (pp. 2825-2828). ISCA.
- Baraúna, F. & Picanço, G. (2017). Tendências na implementação fonética de consoantes nasais em tupí-guarani, *Liames*, 17(1), 143-157.
- Barbosa, P. A., & Madureira, S. (2015). *Manual de fonética acústica experimental: Aplicações a dados do português*. Cortez Editora.
- Bridgeman, L. I. (1961). Kaiwa (Guarani) Phonology, *International Journal of American Linguistics*, (27), 329-334.
- Browman, C., & Goldenstein, L. (1986). Towards an articulatory phonology, *Phonology*, 3, 219-252.
- Boersma, P., & Weenink D. (2016). *Praat v.6.0.19*, www.praat.org.
- Brkan, A., Amelot, A., & Pillot-Loiseau, C. (2012). Utilisation d'un accéléromètre piézoélectrique pour l'étude de la nasalité du Français Langue Etrangère. In L. Besacier, B. Lecouteux, & Sérraset, G. (Eds.), *Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL 2012, Volume 1, Grenoble, France* (Vol. 1, pp. 689-696). ATALA/AFCP.
- Burton, M., Blumstein, S., & Stevens, K. (1992). A phonetic analysis of prenasalized stops in Moru, *Journal of Phonetics*, 20, 127-142.
- Cohn, A., & Riehl, A. (2011). Partially-nasal segments. In M. van Oostendorp, C. Ewen, E. Hume, & K. Rice (Eds.), *The Blackwell companion to phonology* (pp. 550-576). Wiley-Blackwell.
- Cohn, A., & Riehl, A. (2016). Are there post-stopped nasals in Austronesian?, *Studies in language typology and change, NUSA*, 60, 29-57.
- Costa, C. de P. G. (2007). *Apyngwa Rupigwa: nasalização em nhandewa-guarani* (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- Cristófarro Silva, T., Seara, I. C., Silva, A., Rauber, A., & Cantoni, M. (2019). *Fonética acústica: os sons do português brasileiro*. Editora Contexto.
- D'Angelis, W. (2013). Fonética e fonologia na formação de professores indígenas. *Fórum Linguístico*, 10(4), 324-341.
- Demolin, D., Haute, K., & Storto, L. (2006). Aerodynamic and acoustic evidence for the articulation of complex nasal consonants. *Revue parole*, 39-40, 177-206.
- Dooley, R. A. (2006): *Léxico guarani, dialeto mbyá: Guarani-português*, Associação Internacional de Linguística – SIL Brasil.
- Dooley, R. A (1984). Nasalização na língua guarani. In R. Dooley (Ed.). *Estudos sobre línguas tupi do Brasil* (pp. 7-35). Summer Institute of Linguistics.
- Fernández Barrera, M. (2015). *Paraguayan Guarani: Some considerations about language mixing and an acoustic study of urban and rural vowels* (Master thesis). Leiden University, The Netherlands.
- Gordon, M., & Maddieson, I. (1999). The phonetics of Ndumbea, *Oceanic Linguistics*, 38, 66-90.
- Gregores, E., & Suárez, J. A. (1967). *A description of colloquial Guarani*. Mouton.
- Guedes, M. (1983). *Subsídios para uma análise fonológica do mbiá* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

- Herbert, R. K. (1986). *Language universals, markedness theory, and natural phonetic processes*. Mouton de Gruyter.
- Ivo, I. P. (2018). *Características fonéticas e fonologia do guarani no brasil* (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- Kharlamov, V. (2018). Prevoicing and prenasalization in Russian initial plosives, *Journal of Phonetics*, 71, 215-228.
- Klein, S. (1999). *Estudo do VOT no português brasileiro* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.
- Kong, E. J., Syrika, A., & Edwards, J. R. (2012). Voiced stop prenasalization in two dialects of Greek. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 132(5), 3439-3452.
- Ladefoged, P. & Maddieson, I. (1996). *The sounds of the world's languages*. Blackwell.
- Maddieson, I., & Ladefoged, P. (1993). Phonetics of partially nasal segments. In M. K. Huffman, & R. A. Krakow (Eds.), *Nasals, nasalization and the velum* (pp. 251-301). Academic Press.
- Maddieson, I. (1984). *Patterns of Sounds (Cambridge Studies in Speech Science and Communication)*. Cambridge University Press.
- Martínez, M. T., & Rosenbaum, V. (2017). Acoustic and aerodynamic data on Somali Chizigula stops. In J. Kandybowicz, & H. Torrence (Eds.): *Africa's endangered languages: Documentary and theoretical approaches* (pp. 427-447), Oxford University Press.
- Miranda, C. C. (2018). *Estudo comparativo do fenômeno de nasalização em línguas da família tupí-guaraní (tronco tupi)* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Pará, Brasil.
- Mendonça, C., & Seara, I. C. (2015). Análise aerodinâmica da nasalidade coarticulatória no falar florianopolitano, *Domínios De Linguagem*, 9(5), 83-104.
- Montagu, J., & Amelot, A. (2005). Comparaison des apports de différentes méthodes d'enregistrement de la nasalité: étude préliminaire, *Actes de Rencontre Jeunes Chercheurs* (pp. 17-21).
- Ohala, J. (1997). Aerodynamics of phonology. In The Linguistic Society of Korea (Ed.), *Proceedings of the 4th Seoul International Conference on Linguistics [SICOL]* (pp. 92-97). Seoul.
- OpenClipart-Vectors. (2013). *Woman Face Girl Brown Hair User* [Vector graphic]. Pixabay. <https://pixabay.com/vectors/woman-face-girl-brown-hair-user-149861/>
- Picanço, G., Baraúna, F. A., & Brito, A. J. (2013). Similaridades fonéticas e fonológicas: exemplos de três línguas tupí, *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, 8, 279-289.
- Picanço, G., & Baraúna, F. A. (2014). Implementação fonética de alofones nasais em línguas tupi, *Revista Linguística*, 10(2), 106-123.
- Rodrigues, A. D. (1985). Relações internas na família lingüística tupí guaraní. *Revista de Antropologia*, 27/28, 33-53.
- Rodrigues, A. D. (2003). Silêncio, nasalidade e laringalidade em línguas indígenas brasileiras, *Letras de Hoje*, 38(4), 11-24.
- Silva, M. A. O., & Antunes, E. (2013). *Kyringue'i Onhembo'e Ávã: Cartilha de alfabetização guarani*. Aldeia Indígena de Massiambú.
- Stanton, J. (2016). Predicting distributional restrictions on prenasalized stops, *Natural Language e Linguistic Theory*, 34(3), 1089-1133.
- Stewart, J., & Kohlberger, M. (2017). Earbuds: A method for measuring nasality in the field, *Journal of Language Documentation and Conservation*, 11, 49-80.
- TanteTati. (2015). *Peanuts Nuts Shack Nutrition* [Photography]. Pixabay. <https://pixabay.com/photos/peanuts-nuts-snack-nutrition-1046136/>
- Vaissière, J., Honda, K., Amelot, A., Maeda, S., & Crevier-Buchman, L. (2010). Multisensor platform for speech physiology research in a phonetics laboratory, *The Journal of the Phonetic Society of Japan*, 14(2), 65-78.
- Vieira, M. G., & Seara, I. C. (2017). Primeiras considerações sobre medidas aerodinâmicas da consoante nasal palatal do português

- brasileiro, *Revista de Estudos da Linguagem*, 25(2), 515-553.
- Vieira, M. G. & Seara, I. C. (2018). A aerodinâmica das consoantes nasais [m] e [n] do português brasileiro, *Working Papers em Linguística*, 19(1), 18-37.
- Yabayee. (2015). *Eyes Brown Drawing Pupil Eyelashes* [Vector graphic]. Pixabay. <https://pixabay.com/illustrations/eyes-brown-drawing-pupil-eyelashes-705422/>

