

VOGAIS NASAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO: UM ESTUDO DE IRM

Beatriz Raposo de MEDEIROS
Universidade de São Paulo
Didier DEMOLIN
Universidade Livre de Bruxelas

RESUMO

Vogais nasais do PB foram investigadas utilizando-se a técnica IRM (imagens por ressonância magnética) a fim de visualizar a posição do véu no exato momento da produção da vogal. De caráter exploratório, o presente estudo envolve apenas um sujeito. As vogais [i], [Î], [u]]¹ apresentaram abaixamento do véu comparativamente a suas contrapartes orais. As vogais [e], [o]] também apresentaram abaixamento do véu, mas não se comportam como as vogais cardinais, uma vez que ditongam. As imagens adquiridas neste estudo preliminar nos levam a defender a existência de vogais nasais em PB e hipotetizar que são diferentes das chamadas vogais nasalizadas, uma vez que são completamente nasais e têm papel distintivo no PB.

ABSTRACT

Nasal vowels in BP were investigated using the MRI (magnetic resonance imaging) technique in order to view the velum position at the exact moment of vowel production. This exploratory study was done with only one subject. Vowels [i], [Î], [u]] showed lowered velum position compared to their oral counterpart. Vowels [e], [o]] also showed an open velum, however it is assumed that they do not behave as the cardinal nasal vowels because of their diphthongization. The images acquired in this preliminary study leads us claim that we have nasal vowels in BP, and it is assumed that they are different from the so called nasalized vowels, since they are fully nasals and play a distinctive role in BP.

PALAVRAS-CHAVE

vogais nasais, posição articulatória, imagens por ressonância magnética.

KEYWORDS

nasal vowels, articulatory position, magnetic resonance imaging.

1. Introdução

Propomos, com o presente trabalho, partir do fenômeno observado e de suas características acústico-articulatórias para uma discussão baseada em estudo experimental do *status* da vogal nasal no português brasileiro, doravante PB. Assim, juntamo-nos a outros trabalhos de caráter experimental como Cagliari (1977), Sousa (1994) e Jesus (2002), os dois últimos privilegiando os dados acústicos da nasal e da nasalidade no PB. Também reunimos a esta discussão o importante trabalho de Delvaux (2003), que investiga as vogais nasais do francês.

2. A caracterização acústico-articulatória da nasalidade vocálica

Por ação de um articulador do trato oral, ou seja, pelo abaixamento do véu palatino, cria-se um acoplamento de tubos de ressonância, cujo som da fala chega aos nossos ouvidos como som vocálico nasal². Esta qualidade de som nasal ou nasalizado, ou seja, a qualidade da nasalidade, é o resultado da passagem de ar pela cavidade nasal. No caso das vogais nasais, o que ocorre é que parte do ar passa pela cavidade oral e parte pela cavidade nasal, daí o acoplamento de tubos.

Este acoplamento significa o seguinte: dado que cada tubo tem um determinado comprimento e é revestido diferentemente – a cavidade oral possuindo paredes “mais duras” e a cavidade nasal sendo revestida pela membrana mucosa – haverá diferentes maneiras de o ar se propagar e gerarem-se as ressonâncias em cada tubo. O resultado serão ressonâncias e anti-ressonâncias ou pólos e zeros (para uma explicação mais detalhada ver Stevens, 2000, e para uma explicação mais básica ver Kent e Read, 1992). Souza (1994) realizou medidas acústicas de vogais nasais em PB e verificou e demonstrou em suas análises que o acoplamento causa interrupção do formante, um denso aglomerado de ressonâncias (*cluster*), bifurcação do formante, junção do formante, queda de intensidade do formante e presença de formantes nasais entre formantes orais. Isso tudo

é possível verificar em inspeção visual do espectrograma. Cagliari (1977) explica da seguinte maneira os resultados do acoplamento, ao tratar das propriedades acústicas da cavidade nasal, no caso das vogais:

Quando as cavidades nasais³ funcionam como câmara de ressonância acoplada, são responsáveis por um amortecimento geral do espectro (principalmente de F1), aumento da largura de banda dos formantes e outros efeitos secundários sobre a envoltória do som sobre o qual o efeito do ressoador acoplado se sobrepõe. (Cagliari, 1977, p. 193; tradução nossa)

Há, segundo Stevens (2000), na cavidade nasal, estando o véu palatino elevado, frequências naturais estimadas em torno de 500 e 2000 Hz. Isso explica o Fn de consoantes nasais em torno de 500 Hz, também conhecido como murmúrio nasal. No caso das vogais, a nasalidade atua de forma mais complexa. Delvaux (2001) explica que o efeito mais comum do acoplamento de tubos modifica o espectro da vogal na região de F1. Assim, vogais baixas podem ter seu F1 diminuído como consequência da introdução de formantes extras (ressonâncias) que podem alargar a largura de banda do primeiro formante; ou vogais baixas podem ter seu F1 alterado por influência de um anti-formante (anti-ressonância) na região entre F0 e F1.

Levando em conta os resultados mais gerais de Sousa (1994) e Delvaux (2003) sobre o comportamento de formantes das vogais nasais, respectivamente no PB e no francês, podemos traçar o seguinte quadro das características acústicas das vogais nasais:

- ressonâncias nasais não têm padrão único para todas as vogais;
- o nível de energia dos formantes é menor do que o das vogais orais correspondentes;
- no PB, o Fn1, formante nasal, apresenta grande energia e é constante ao longo da vogal;
- em francês, haveria perda de energia, conforme a vogal, abaixo de 1000 Hz, influenciando a energia de F1;

- F2 e F3 ficariam prejudicados em termos de intensidade, o que foi encontrado pelas duas autoras em questão.

No caso do PB, Jesus (2002) obtém resultados semelhantes aos de Sousa, como por exemplo a queda de intensidade de F1 até F3, especialmente junto à vogal baixa. A vogal alta [i] apresentou queda de intensidade na região de formantes mais altos, ao passo que a vogal alta [ũ] apontou o contrário.

Quanto às características articulatórias da nasalidade, podemos, através de Cagliari (1977), obter uma completa descrição anatômica e do movimento do véu. Atemo-nos aqui a citar algumas descrições importantes para a anatomia e em seguida para o movimento do véu palatino.

O véu é uma estrutura muscular que se estende a partir do osso palatino para trás até alcançar horizontalmente a parede faringal. Ele isola as cavidades oral e faríngea da nasofaringe. Constitui a parte posterior do céu da boca e o chão da nasofaringe. O véu tem uma superfície interior côncava, mesmo quando elevado. (Cagliari, p. 87; tradução nossa)

Quanto ao movimento do véu, sabe-se que, ao inspirarmos, ele está abaixado e só se eleva para articularmos os sons orais da fala. Cagliari descreve o movimento em questão da seguinte maneira:

Para realizar um fechamento, o véu é tipicamente comprimido para trás contra a parede faringal posterior. A parte do palato mole que toca a faringe é a metade do terço do véu e a úvula permanece praticamente livre. Os movimentos vélicos para cima e para baixo não seguem um deslocamento no plano vertical. Durante a fala, o véu se move seguindo um eixo em uma linha diagonal ligada à locação anatômica das fibras dos músculos levantador e palatoglosso.

Na primeira seqüência estudada, ou seja, no primeiro quadro, da palavra *Anta* (ver figuras) temos um exemplo do véu abaixado para uma vogal nasal, e, na seqüência seguinte, temos o véu elevado para a consoante [t].

3. Vogais nasais em PB

Para este trabalho, escolhemos cinco pares mínimos, contendo as vogais [i,e,a,o,u], em que houvesse distinção de significado pelo traço oral *versus* nasal. Não foi controlado o contexto consonantal à direita da vogal nasal, uma vez que o objetivo era demonstrar o gesto vélico incidindo sobre a vogal em palavras da língua e não em logatomas. Estes últimos seriam necessários se quiséssemos variar a vogal nasal e manter o restante do enunciado igual. Em uma espécie de homenagem a Mattoso Câmara, utilizamos os pares cito/cinto, leda/lenda, ata/anta, e acrescentamos ainda popa/pompa e juta/junta. Este grupo de palavras nos pareceu também interessante por se tratar de palavras não raras no léxico do PB, e portanto não causar estranhamento aos sujeitos deste experimento.

Como já foi dito, não abordamos o fenômeno das vogais ditas nasalizadas em PB, como em *cama*,⁴ em que o traço de nasalidade parece depender de fatores como o padrão acentual. Se a sílaba tônica for “deslocada” em uma palavra derivada como *caminha*, a nasalidade torna-se opcional. Preferimos, num primeiro momento, atermo-nos a apenas um aspecto das vogais nasais no PB.

Assim como em Sousa (1994) e Jesus (2002), denominamos vogais nasais do PB aquelas que se encontram em contextos como o da palavra *pinta*. Tais estudos inferem a articulação com base nas medidas acústicas. Um achado comum a estes dois estudos é a diminuição de F1 de [ẽ] se comparada com sua contraparte oral [a]. A nasalidade é, conforme dito anteriormente, uma consequência do movimento articulatorio do véu palatino: este se abaixa e possibilita que o ar passe pela cavidade nasal, criando assim dois tubos acoplados: um de ressonâncias nasais e outro de ressonâncias orais. O que propomos com o experimento de IRM é verificar o abaixamento do véu no momento da produção da vogal nasal do PB.

Também são consideradas vogais nasais do PB as de ditongo com [ẽw̃] de *coração* (fenômeno de nasalidade não abordado neste trabalho) e as de monossílabos como *lã* e *rã*. No entanto, como ainda estamos no início de nossa investigação sobre as vogais nasais do PB, adiamos a coleta

de dados outros que não sejam os anunciados anteriormente. Também postergaremos o estudo de monossílabos como *fim* e *com*, e de formas verbais como *falam*, em que encontramos ditongo nasal em sílaba átona, embora consideremos de grande importância revelar os fatos articulatórios a eles referentes, a fim de realizar uma descrição fonética precisa e fazer uma comparação completa entre as vogais nasais do PB, cuja produção é bastante complexa.

Em suma, partimos do princípio de que há vogais nasais no PB, em sílabas CVN ou VN, em que o N indica a característica nasal da vogal. No caso da presente investigação, as vogais nasais alvo em posição acentual tônica são seguidas de consoante em posição de *onset* silábico.

Apresentamos, abaixo, um quadro contendo as palavras repetidas pelo sujeito durante a captação das imagens na unidade de ressonância magnética. O sujeito era do sexo masculino, de nível de instrução superior, pertencente à classe média e natural da cidade de São Paulo. Os estímulos foram apresentados pelo supervisor do experimento⁵ ao sujeito, através do interfone da unidade de IRM, sem qualquer ruído.

cito	leda	ata	popa	juta
cinto	lenda	anta	pompa	junta

A sessão de aquisição dos dados articulatórios consistiu na gravação de imagens, utilizando-se a técnica de ressonância magnética (conhecida em inglês como MRI, ou seja, IRM, imagens por ressonância magnética) no Hospital Erasme da Université Libre de Bruxelles.

Dados acústicos não foram gravados durante o experimento porque o objetivo deste estudo preliminar foi descrever a posição dos articuladores, e não apresentar gravações sincronizadas de dados acústicos e articulatórios. Este tipo de procedimento é usual em estudos de IRM (Soquet, Lewit, Metens e Demolin, 2000). O presente estudo propôs-se observar a posição do véu palatino durante a produção das vogais (orais e nasais). O IRM foi executado com a sequência TSE Zoom. Uma secção

sagital peso T1 de 6 mm de espessura foi continuamente captada durante pelo menos 20 segundos, usando uma quadratura *neck coil* de 1.5T (Philips Gyroscan ACS NT, Best, Holanda). A aquisição foi implementada com os seguintes parâmetros: TR=250 ms, TE=30 ms, q=60°, ESP=7.8ms, ETL=19 and 60% aquisição de Fourier parcial, Campo de Visão=300 x 150mm com uma matriz 32 x 128. A seqüência TSE Zoom é projetada de modo que os 60° iniciais e os pulsos refocadores de 180° excitam planos perpendiculares, resultando numa fatia intersectante, livre de artefatos de recobrimento e sem comprometer a resolução espacial. Os dados de IRM foram gravados com uma aquisição dinâmica (5 imagens por segundo), de modo a observar coordenações articulatórias responsáveis pela produção dos sons investigados.

5. Resultados

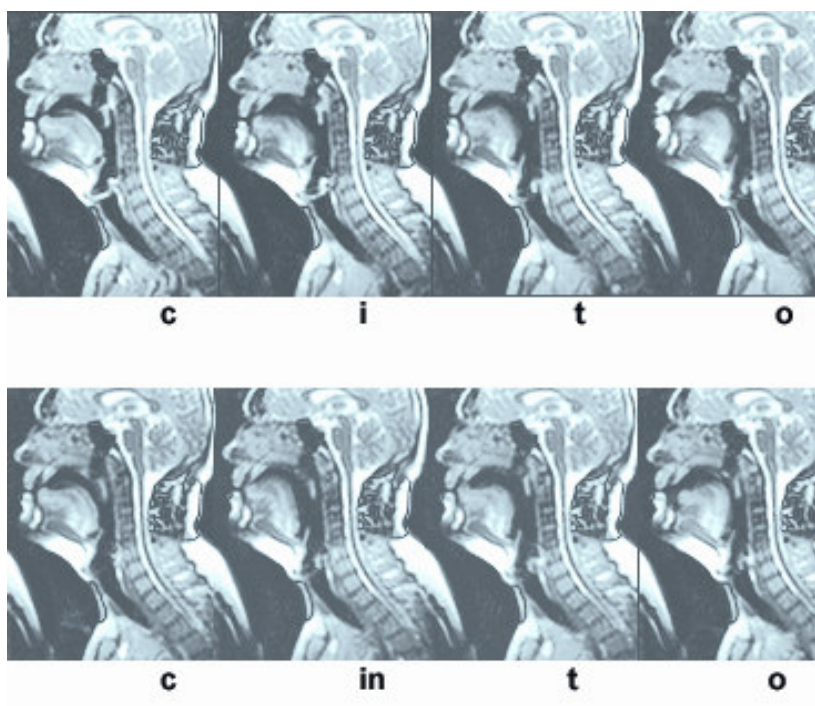
Os resultados a que chegamos na visualização das imagens por ressonância magnética são de natureza qualitativa. Apresentamos na página seguinte seqüências de imagens correspondentes às palavras *cito*, *cinto*; *ata*, *anta*; e *juta*, *junta* ditas por nosso informante na unidade de IRM. Embora o abaixamento do véu na produção da vogal também fosse facilmente visualizado nas imagens de *lenda* e *pompa*, preferimos apresentar apenas as palavras contendo as vogais cardeais, pois as primeiras normalmente apresentam falsos ditongos nasais.

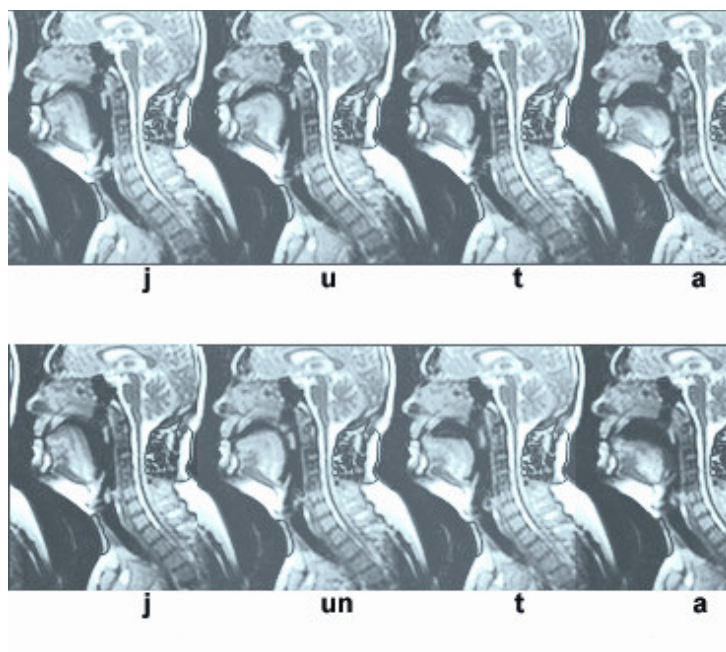
A diferença que queremos focar entre os pares mínimos apresentados nas imagens, em que cada quadro da seqüência corresponde a um segmento, é a seguinte⁶:

Em [a] de *ata*, em [u] de *juta* e em [i] de *cito* o véu está elevado, e em [ẽ] de *anta*, em [ũ] de *junta* e em [ĩ] de *cinto*, está abaixado. Ao visualizar as seqüências, atentemos para o fato de que cada quadro corresponde a um segmento.

Podemos verificar, também, que há diferença entre a posição da língua nas vogais nasais e suas contrapartes orais. Em [ẽ], a parte posterior da língua parece acompanhar o movimento do véu. A parte anterior da

língua está mais elevada em [ĩ] e apresenta-se mais plana em [ũ], sempre comparando cada movimento de cada vogal com a contraparte oral correspondente. Acreditamos que estas diferenças de posicionamento da língua sejam mecanismos de compensação para criar conformações de ressonância no tubo que permitam a produção da qualidade vocálica desejada, mas ainda é cedo para afirmar isso, com apenas um sujeito investigado e sem realizar as medidas acústicas necessárias.





Uma questão que não foi levantada antes, quando da caracterização acústico- articulatória, mas que é muito importante, é a questão da duração dos segmentos vocálicos nasais. Tanto Souza (1994), como Jesus (2002) e Delvaux (2003), verificam que as vogais nasais são mais longas que suas correspondentes orais. Sousa fala-nos de três fases que constituem a vogal nasal no PB: uma fase oral de apenas alguns pulsos, uma nasal e uma terceira, constituída de murmúrio nasal (este último nem sempre presente, pois depende do indivíduo). A técnica de IRM com 5 imagens por segundo não detecta o curto lapso de tempo em que se conforma o início da vogal nasal, mas oferece, em todos os casos registrados por este experimento, uma sequência de imagem (quadro) correspondente ao segmento vocálico nasal em que o véu está abaixado. Isso nos leva a defender uma fase nasal da vogal de duração longa e portanto responsável pela distinção nasal/oral em PB, constituindo seu sistema vocálico.

6. Conclusão

Obviamente os dados articulatórios obtidos neste experimento preliminar estão muito longe de serem conclusivos a respeito da nasalidade das vogais do PB. Assim, o artigo indefinido *um* do título deste trabalho significa um entre vários que ainda precisam ser desenvolvidos. Estudos futuros, reunindo um maior número de sujeitos, serão necessários para constataremos especificidades articulatórias da vogal nasal que sejam fiéis para sua descrição.

A questão levantada na seção 2 a respeito de um padrão de ressonância para cada vogal indica um padrão articulatório diferente para cada uma, o que já foi atestado por Delvaux (2003) para o Francês. Ou seja, a posição do véu não é fixa e pode variar de vogal para vogal. Este é um fenômeno que merece nossa atenção no próximo estudo de IRM, ainda não desenvolvido devido à demanda de muito tempo para cada seção e à presença imprescindível de mais sujeitos para chegar a alguma generalização do movimento do véu a cada vogal.

Para o momento, o objetivo proposto foi cumprido: somar este trabalho aos já citados trabalhos experimentais sobre a nasalidade em PB, criando bases para uma discussão, que pode vir a amadurecer, sobre a existência de vogais nasais, suas características de produção acústica e articulatória e as possíveis diferenças entre si, dada a complexidade de sua natureza.

Notas

- 1 O símbolo [ẽ], a exemplo do emprego que dele fizeram Sousa (1994) e Jesus (2002), pareceu-nos o mais adequado para representar a vogal nasal baixa do PB.
- 2 Sons percebidos como nasais nem sempre são fruto de um mesmo movimento articulatório. Ohala (1993) descreve a produção de vogais orais antes de consoantes fricativas ou africadas percebidas como sons nasais, uma vez que os gestos vocálicos, em suas bordas, assimilam o gesto de abertura da glote causado na produção da consoante fricativa/africada e que, por sua vez, causa o acoplamento entre a cavidade oral e subglotal, tendo como efeito acústico algo semelhante ao acoplamento entre cavidade oral e nasal. Não exploraremos tal fato neste trabalho, pois o fenômeno analisado é resultado da manobra de abaixamento do véu e acoplamento das cavidades oral e nasal.
- 3 É preciso ressaltar que o autor descreve minuciosamente a cavidade nasal, subdividindo-a em “narinas” e “sinus”, levando em conta que tais cavidades possuem ressonâncias distintas.
- 4 Esta questão de nasalização não distintiva em palavras como *cama* merece, a nosso ver, uma discussão maior: tal palavra pronunciada com a vogal tônica oral provavelmente não vai ser aceita como “boa” por um falante nativo. Pode ser aceita sob o pretexto do sotaque, mas não na produção de um falante nativo.
- 5 O experimento foi supervisionado pelo físico Thierry Metens, da Universidade Livre de Bruxelas.
- 6 Para facilitar a inserção da representação das vogais abaixo das imagens, não usamos diacrítico nasal, mas, sim, empregamos os símbolos ortográficos.

Referências

- CAGLIARI, L. C. *An experimental study of nasality with particular reference to Brazilian Portuguese*. Tese (Doutorado), University of Edinburgh, Edinburgh, 1977.
- DELVAUX, V. *Contrôle et connaissance phonétique: les voyelles nasales du français*. Tese (Doutorado), Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, 2003.
- JESUS, M. de S. V. Estudo fonético da nasalidade vocálica. *Estudos Lingüísticos – Estudos em Fonética e Fonologia do Português*, Belo Horizonte, v. 5, p. 205-224, 2002.
- KENT, R.; READ, C. *The acoustic analysis of speech*. San Diego: Singular, 1992.
- OHALA, J.; OHALA, M. The phonetics of nasal phonology: theorems and data. In: HUFFMAN; KRAKOW, R. A. (Org.). *Nasals, nasalization and the velum*. Série: Phonetics and phonology, San Diego, Academic Press, n. 5, p. 225-249, 1993.
- SOQUET, A.; LEWIT, V.; METENS, T. E.; DEMOLIN, D. Mid-sagittal cut area function-transformations: direct measurements of mid-sagittal distance and area with MRI. *Speech Communication*, p. 1-12, 2000.
- SOUSA, E. M. G. *Para a caracterização fonético-acústica da nasalidade no português do Brasil*. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Estudos da Linguagem Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.
- STEVENS, K. *Acoustic phonetics*. London: MIT Press, 2000.