

O APÊNDICE NASAL: DADOS AERODINÂMICOS E DURACIONAIS

Beatriz RAPOSO DE MEDEIROS¹

Mariapaola D'IMPERIO²

Robert ESPESSER³

RESUMO: Neste trabalho, investigou-se a variabilidade acústica da realização da vogal nasal em PB encontrada em contextos segmentados manualmente a partir da visualização de forma de onda e espectrograma. Especificamente, dir-se-ia que um murmúrio nasal discernível pode ser medido apenas quando a vogal nasal precede uma oclusiva e não quando precede uma fricativa. De acordo com uma hipótese alternativa, não haveria diferença entre os gestos nasais dos dois diferentes contextos. Assim, lançando-se mão de dados acústicos e aerodinâmicos (fluxo de ar nasal e oral) identificou-se um apêndice nasal tanto antes de /p/ (contexto oclusivo) como antes de /f/ (contexto fricativo), que corresponde ao gesto de fechamento labial e mostra elevado nível de fluxo de ar nasal. A hipótese alternativa, então, se confirma, enquanto a diferença acústica é explicada em termos de sobreposição de gestos.

PALAVRAS-CHAVE: Vogal nasal. Acústica. Aerodinâmica.

Introdução

A vogal nasal do português brasileiro (doravante, PB) tem sido tradicionalmente descrita como uma sequência bifonêmica composta de uma vogal oral

¹ Departamento de Linguística, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, SP, Brasil. biarm@usp.br.

² Université Aix-Marseille & Laboratoire Parole Langage, UMR, Université de Provence, Aix-en-Provence, France. mariapaola.dimperio@lpl-aix.fr

³ Université Aix-Marseille & Laboratoire Parole Langage, UMR, Université de Provence, Aix-en-Provence, France. robert.espesser@lpl-aix.fr

seguida de uma consoante nasal (CÂMARA, 1970, BISOL, 2002; QUÍCOLI, 1990). Estudos experimentais mostraram a presença de duas fases na vogal nasal que precede uma oclusiva, a saber, uma fase oral seguida de uma fase plenamente nasal, esta última podendo abrigar um murmúrio vocálico⁴ (CAGLIARI, 1977; SOUSA, 1994; SEARA, 2000, JESUS, 2002), chamado aqui de “apêndice nasal”. Exceto Cagliari (1977), que menciona a ausência do apêndice nasal diante de fricativas, os outros trabalhos não tratam da questão dos diferentes contextos à direita da vogal nasal.

A discussão a respeito das fases da vogal nasal foi retomada por (MEDEIROS, prelo) que, através de inspeção visual, mostra que o contexto fricativo à direita, a não ser por uma fase de transição, parece desfavorecer o aparecimento do apêndice. Por outro lado, em uma palavra com vogal nasal seguida de oclusiva, o apêndice nasal é claramente visível no espectrograma, ainda que muito variável. Segundo Sousa (1994), a duração do apêndice pode variar de 40 a 100 milissegundos (ms), já Jesus (2002) fala de um apêndice bastante curto (10 ms). Quanto ao número de formantes observáveis, estes podem variar de 3 a 5 (SEARA, 2000)⁵.

A variabilidade e o aspecto gradual da mudança das fases torna difícil uma segmentação precisa entre o fim da vogal nasal e o início do apêndice nasal. Sousa (1994) ainda reporta sobre um sujeito que nunca produzia apêndices nasais (ou murmúrios nasais, segundo a autora), e conclui que o fator “diferença individual” influencia a duração do apêndice. O fato é que a duração auferida depende de um outro fator que é como se delimita a fronteira deste apêndice para segmentá-lo e assim separá-lo da vogal nasal. Um recurso seria o de considerar a acentuada perda de amplitude da forma de onda ou perda de formantes (KELM, 1989). Segundo esse autor, o apêndice nasal, que para ele é uma consoante nasal, apresenta uma duração acústica de 45.5 ms, em contexto oclusivo à direita.

⁴ Sousa (1994) chama a porção final da vogal nasal de “murmúrio nasal” e Seara (2000) usa o termo “murmúrio vocálico”. Pareceu-nos adequado nomear diferentemente o fenômeno, à medida que íamos desvendando sua característica aerodinâmica. O termo “murmúrio vocálico” é mais adequado para nomear o vozeamento de pouquíssimos pulsos que ocorre após vogais orais. Por sua vez, o termo “murmúrio nasal”, que veicula a idéia de fechamento do conduto vocal, é mais adequado às consoantes nasais, tendo se consagrado desde Fujimura (1962).

⁵ Em estudo em preparação (MEDEIROS, B. R.; D'IMPERIO, M.; ESPESSER, R. – *Etude de l'aspect aérodynamique et temporel de la voyelle nasale en portugais brésilien: du contexte gauche ao contexte droit.*) não temos evidências de mais do que dois formantes em faixa de baixa frequência para o apêndice nasal.

No que diz respeito ao português europeu (PE), há consenso sobre o fato de que a vogal nasal seria seguida de uma consoante nasal verdadeira (VIANA, 1892; LACERDA; STREVENSON, 1956; ALMEIDA, 1976; OLIVEIRA; TEIXEIRA, 2007). No entanto, ainda que Almeida (1976) apontasse a existência de uma consoante nasal seguinte à vogal nasal no PE, postulou uma diferença de nasalização entre palavras como *canta* [kãntɐ] e *cansa* [kãnsɐ]. Haveria uma consoante nasal plena quando a vogal precede uma oclusiva oral, mas não seria plena diante de uma fricativa. A ausência de elemento consonantal entre a vogal nasal e a fricativa – em termos acústicos – é discutida em Busá (2007) e Kelm (1989), para o italiano e para o PB, respectivamente. Uma outra especificidade da sequência vogal + consoante nasal em PE é a de que tal consoante apresentaria assincronia de gestos em relação à consoante de início de sílaba, exatamente por causa de sua posição silábica final (OLIVEIRA; TEIXEIRA, 2007). Ou seja, o gesto vélico já está ativado quando se dá o gesto de oclusão. Veremos posteriormente como uma tal especificidade está relacionada à realização do apêndice nasal em PB.

Nosso objetivo, portanto, é estudar a vogal nasal em PB diante de dois contextos segmentais diferentes, o oclusivo e o fricativo, e propor então uma nova análise.

A hipótese aqui apresentada é a de que o apêndice nasal seria um fenômeno complexo da nasalidade vocálica em PB, a meio caminho entre uma vogal e uma consoante. Isto se opõe parcialmente às descrições em termo de fases precisas e/ou à análise segundo a qual uma consoante nasal plena segue o nó vocálico.

Metodologia do experimento

A fim de esclarecer o fenômeno do apêndice nasal, coletamos dados acústicos e aerodinâmicos sincrônicos. A opção de coletar dados aerodinâmicos calcou-se no fato de que estes podem revelar movimentos articulatorios que não se podem inferir pelos dados acústicos acerca do apêndice nasal.

***Corpus* e locutores**

Constitui-se o *corpus* de dois grupos de logatomas e de palavras do PB. Os logatomas foram necessários pois a proposta era controlar os contextos em torno da vogal, sobretudo, no caso do presente estudo, o contexto à direita. O primeiro grupo contém enunciados em que se variou o contexto tanto à direita como à

esquerda da vogal nasal (Tabela 1). O segundo grupo apresenta consoantes nasais de ataque (Tabela 2).

pampa	pimpa
campa	quimpa
ampa	impa
panfa	pinfa
canfa	quinfa
anfa	infa

Tabela 1: Primeiro grupo do corpus: $C_1V_1C_2V_2$ ou $V_1C_2V_2$. Em que V_1 = vogal nasal [ẽ], [ĩ], C_1 = [p], [k], zero, C_2 = [p] ou [f], V_2 = [e].

mapa	mipa
napa	nipa
mapá	mipá
napá	nipá

Tabela 2: Segundo grupo do corpus: $C_1V_1C_2V_2$. Em que C_1 = [m] ou [n] tônico ou átono; V_1 = [a] ou [i]; C_2 = [p]; V_2 = [e] ou [a].

Cinco locutores, entre 17 e 47 anos, falantes do PB do sudeste do Brasil, repetiram cada palavra-alvo quatro vezes, na frase-veículo *Eu digo _____ claramente.*

As vogais [ẽ] e [ĩ] foram escolhidas dentre as vogais nasais do PB por serem, respectivamente, a mais alta e a mais baixa, não-arredondadas. As consoantes [p] e [f] representaram, respectivamente, a classe das oclusivas e das fricativas, tendo em comum o ponto de articulação labial. Para esse primeiro grupo, o que fundamentou a escolha dos segmentos-alvo foi serem representativos de suas classes, já que, se fossem alvejados todos as vogais nasais e seus possíveis contextos à direita, teríamos um *corpus* muito grande, significando um tratamento estatístico com muitos fatores, e portanto longo, e uma coleta de dados estafante para

os sujeitos. O segundo grupo apresenta as consoantes nasais acentuadas diferentemente, ora em sílaba tônica, ora em sílaba átona, a serem comparadas com o apêndice nasal. As vogais que a seguem são fonologicamente orais.

Apesar de termos escolhido diferentes contextos à esquerda, estes não foram levados em conta por este estudo, cujo foco é o contexto direito da vogal nasal. Cabe, então, assinalar que não verificamos efeito do contexto à esquerda sobre o contexto à direita, ou seja, quando /f/ e /p/ foram comparados segundo o contexto à esquerda, quanto aos fluxos de ar oral e nasal, não se assinalou diferença (*p-value* = 0.89). Isto indica que podemos tratar das vogais nasais e de seu contexto à direita, variando ou não o seu contexto à esquerda, em termos de consoante oclusiva e contexto nulo.

Aquisição de dados

A aquisição dos dados realizou-se no Centro Hospitalar de Aix⁶ sob a orientação do Professor Bernard Teston, utilizando-se o EVA2 (TESTON, 1996). Para o registro simultâneo do som e dos fluxos de ar oral e nasal, as ponteiras⁷ eram colocadas nas narinas e uma máscara de silicone flexível era colocada em torno da boca, o que evitava o vazamento de ar oral. Além do microfone, o dispositivo possuía captadores para o fluxo de ar nasal e oral, o primeiro situado sobre o segundo, em posição vertical, a fim de captar de modo natural o fluxo de ar nasal (GHIO; TESTON, 2002). Seguindo a regra do comitê de ética do Hospital, os sujeitos voluntários foram previamente esclarecidos a respeito das condições da coleta de dados.

As frases-veículo eram apresentadas na tela de um microcomputador aos locutores, que mantinham-se em pé, sempre com nariz e boca ajustados ao dispositivo de captação do sinal e que podiam, quando julgavam necessário, fazer uma pausa.

⁶ Trata-se do hospital público da cidade de Aix-en-Provence na França, que abriga o equipamento desenvolvido pelos pesquisadores do LPL (Laboratoire Parole Langage), onde a primeira autora desenvolveu seu estágio pós-doutoral (Bolsa CAPES 2309/06-8)

⁷ Extremidades de borracha que permitiam o encaixe do captador às narinas.

Segmentação acústica

Os dados de fluxo de ar nasal, fluxo de ar oral e a onda sonora foram visualizados no Phonedit (GHIO, s/ data). Um exemplo desta visualização é apresentado na Figura 1, em que as linhas pontilhadas demarcam a porção que compreende o início do apêndice nasal, com base ainda no sinal acústico, até o fim da explosão da oclusiva. A segmentação de 400 ocorrências (5 locutores x 4 repetições x 20 enunciados) foi feita parcialmente de modo automático, utilizando-se a técnica de *dynamic time warping* (DTW) (COLEMAN, 2005) a partir dos dados acústicos, no PRAAT (BOERSMA; WEENINK. s/data). Inicialmente segmentou-se à mão um pequeno conjunto de frases-veículo, que serviram de referência para que o DTW “aprendesse” a buscar automaticamente as fronteiras entre os segmentos. Ao fim da segmentação automática uma revisão manual teve de ser feita para assegurar que o critério inicial de segmentação tinha sido seguido, ou seja, alinhar as fronteiras entre consoante e vogal com base nos pulsos vocálicos.

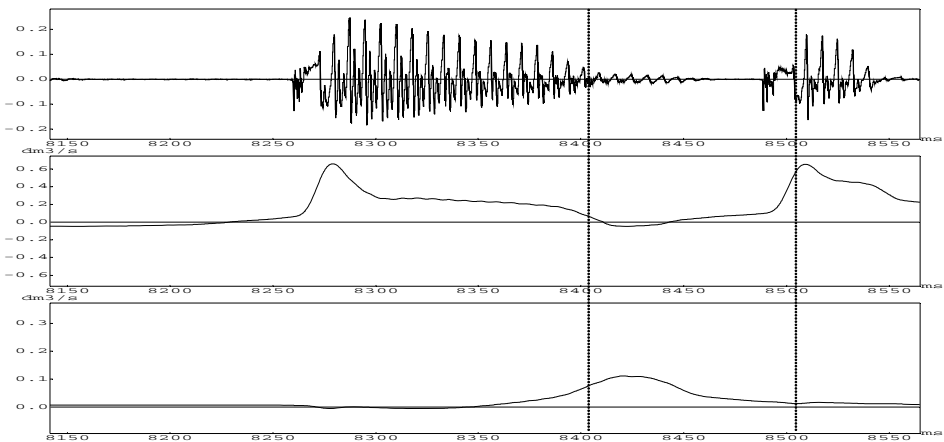


Figura 1: Palavra-alvo *pampa*, proferida pelo sujeito NAEM. Janela do alto: sinal acústico; janela do meio: curva de DAO e janela de baixo: curva de DAN.

Segmentação aerodinâmica

Uma vez que os dados acústicos e aerodinâmicos foram sincronizados através de *script* para interface entre *softwares* diferentes (*Phonedit* e *Praat*), elaborado pelo terceiro autor, pudemos verificar efetivamente o aspecto aerodinâmico dos

segmentos que nos interessavam: a vogal nasal e seu contexto à direita, oclusivo e fricativo e as consoantes nasais de ataque.

A variabilidade acústica da vogal nasal torna difícil a detecção de uma fronteira precisa entre o fim da vogal e o início do apêndice nasal (KELM, 1989; MEDEIROS, prelo). Para detectar o início deste segmento, consideramos as porções decrescentes do fluxo de ar oral (doravante DAO)⁸ ao fim da vogal nasal seguida de /p/. Buscou-se um limiar predeterminado de 0.015 dm³/s de DAO ao fim da vogal nasal seguida de /p/. Esse limiar, muito próximo de zero, marca o início da oclusão labial para produzir /p/. Assim, o domínio temporal do apêndice se estendia do fechamento dos lábios ao fim do vozeamento, esse último, visível nos dados acústicos. A figura 2 mostra o apêndice depois de /ĩ/ (entre as linhas pontilhadas).

A curva de fluxo de ar nasal (DAN) também foi utilizada para localizar o apêndice nasal. Nesta região, ou seja, quando o DAO era descendente, pudemos observar uma curva ascendente de DAN. Segundo a análise visual dos dados, a curva de DAN atingia um pico que se situava pouco depois do gesto de oclusão oral.

Se o procedimento para localizar o início do apêndice em contexto direto /p/ se revelou satisfatória, em se tratando do contexto direto /f/ a localização do apêndice nasal era muito mais delicada (Figura 3). Com efeito, acusticamente, a transição vogal-consoante não é abrupta, uma vez que há tão somente uma constricção incompleta dos lábios. Em termos aerodinâmicos, o DAO não apresenta uma queda franca (por exemplo, que vá a zero) por causa da turbulência durante o /f/, o que torna inoperante a definição de um limiar neste contexto. Não pudemos, então, encontrar indícios aerodinâmicos suficientemente robustos para lidar com a problemática de determinar o ponto da constricção oral para a fricativa (ponto de inflexão de DAO, por exemplo). Como paliativo para esse problema, decidimos comparar as durações da vogal nasal nos dois contextos diretos, bem como as durações das sequências que englobavam a vogal nasal e a fase consonântica seguinte.

⁸ Adotamos a abreviação do francês DAO (débit d'air oral) e DAN (débit d'air nasal).

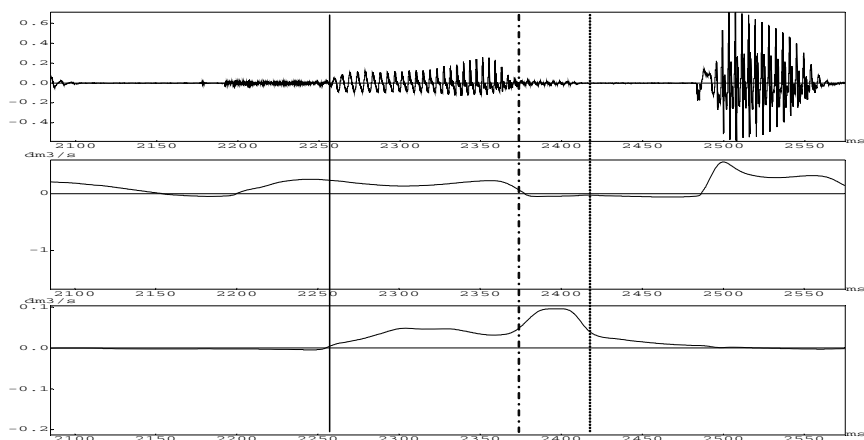


Figura 2: Palavra-alvo *quimpa*, proferida pelo sujeito COEF. Janela do alto: sinal acústico; janela do meio: curva de DAO e janela de baixo: curva de DAN.

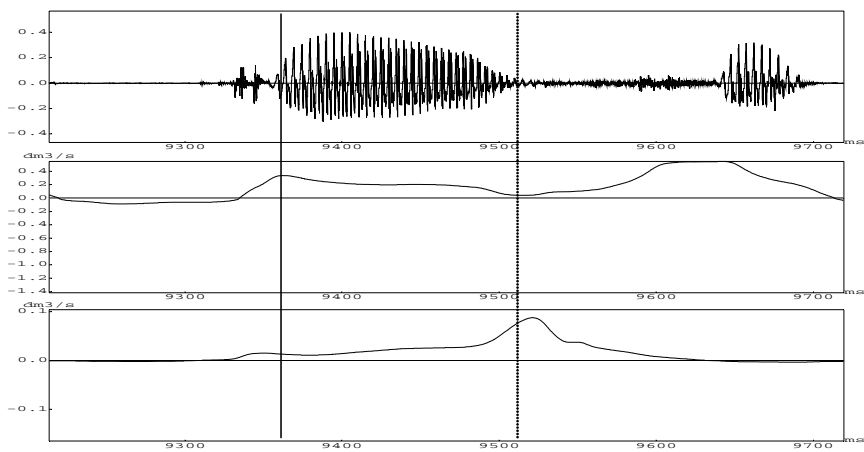


Figura 3: Palavra-alvo *canfa*, proferida pelo sujeito COEF. Janela do alto: sinal acústico; janela do meio: curva de DAO e janela de baixo: curva de DAN.

Medidas e resultados

Resultados aerodinâmicos

Os dados aerodinâmicos confirmam a presença de um apêndice nasal de maneira a podermos entender seu *timing* em relação à vogal nasal e à oclusiva que o segue. As medidas feitas para localizá-lo nas palavras-alvo mostram que este

apresenta um pico de nasalidade 30 ms, em média, depois do início da oclusão labial (estimado por um limiar de DAO mencionado anteriormente). Assim, podemos lançar a hipótese de que o apêndice detectado após a vogal nasal pertenceria ao domínio temporal da oclusiva /p/. Além disso, as tendências das curvas de DAO e DAN ao fim da vogal nasal são inversas, com uma correlação nitidamente negativa (-0.82) o que mostra que assim que os lábios se fecham, o fluxo de ar nasal aumenta (ver Figura 2).

Levando-se em consideração que a vogal nasal, em PB e em PE, é geralmente descrita como uma sequência de vogal mais consoante nasal, comparamos o apêndice nasal à consoante nasal de ataque (/m/ ou /n/, presentes no segundo grupo do *corpus*). Os resultados mostram que o apêndice nasal está associado ao um DAN médio de 0.090 dm³/s, bem maior, então que aquele da consoante nasal, que é de 0.060 dm³/s. As diferenças de duração também são robustas: o apêndice dura em média 44 ms e a consoante nasal de ataque dura em média 77 ms (tônica e átona, confundidas). Ambos os resultados, aerodinâmicos e duracionais, foram submetidos à teste estatístico que indica significância nas comparações entre o apêndice e a consoante nasal. Cabe agora a seguinte observação: nosso achado de que o apêndice nasal tem um DAN maior do que o da consoante nasal não é incongruente com o fato de que, em PE, a consoante nasal de ataque tem uma organização articulatória diferente da consoante nasal de coda, ou seja, o fechamento oral é sincronizado ao abaixamento do véu (OLIVEIRA; TEIXEIRA, 2007). Estendemos tal explicação para o fato de que a consoante nasal de ataque tem também uma organização aerodinâmica temporal diferente em relação à de final de sílaba: uma vez que oclusão labial e abaixamento vélico são sincrônicos, não há fluxo de ar suplementar a ser desviado, pois trata-se de interromper um conduto de ar para abrir outro. Por sua vez, o alto fluxo de ar nasal do apêndice, no PB, se explica: o fluxo de ar que passava inicialmente pelos condutos oral e nasal, em breve lapso de tempo, necessita passar por um único conduto, o nasal, uma vez que há a oclusão labial.

No que diz respeito ao contexto esquerdo /f/, verificou-se que o pico de nasalidade visível na curva de DAN, pode ocorrer cerca de 2 ms após o início dessa fricativa (ver figura 3) – o que vai ao encontro do achado de Shosted (2007) que verifica aumento de fluxo de ar nasal na extremidade das fricativas quando em contexto nasal em PB – e que ao longo dela há um DAN médio de 0.040 dm³/s.

Resultados acústicos

Segundo o que explicamos ao final da seção “Segmentação aerodinâmica”, medidas de duração acústica foram realizadas levando-se em conta tanto a vogal nasal isolada de qualquer contexto, como em diferentes sequências. As medidas de duração foram necessárias, pois embora pudéssemos interpretar a ausência de apêndice nasal diante da fricativa baseados em outros estudos (ALMEIDA, 1976; KELM, 1989; BUSÁ, 1989; MEDEIROS, prelo), a curva de ar nasal apresentava sempre um pico na fronteira entre a vogal nasal e a fricativa, pico esse, comparável àquele diante de /p/, como podemos ver nas figuras 2 e 3.

A tabela 3 mostra as durações médias das vogais nasais e orais, assim como da vogal mais a consoante oclusiva e fricativa. Os valores apresentados são de médias estimadas por modelos lineares mistos, levando-se em conta o efeito de agrupamento por sujeito (*R Development Core Team*, 2008).

A vogal nasal foi medida de duas maneiras: a) como núcleo vocálico (nv), considerando-se a nova fronteira à sua direita obtida pela segmentação aerodinâmica (ver seções “Segmentação aerodinâmica” e “Resultados aerodinâmicos”) diante de /p/ (última coluna) e b) como vogal mais apêndice nasal, conforme a segmentação acústica. A partir desta última segmentação, obtivemos a duração de V1C2 (ver tabela) em que V1 é /ɜ̃/, /ĩ/, /a/, /i/, e C2 é /p/ ou /f/ e a duração de V1 isolada, diferenciando-se o contexto, ou seja, antes de /p/ (/_p/) e antes de /f/ (/_f/). A abreviação V1 (nv) serve para designar a vogal isolada do contexto, sem o apêndice nasal, o que só foi possível diante de /p/. ND designa os segmentos não disponíveis.

	V1C2	V1	V1C2	V1	V1(nv)
	C2 = /p/	_/p/	C2 = /f/	_/f/	_/p/
ɜ̃	261	184	289	175	152
ĩ	241	163	266	154	114
a	273	155	ND	ND	ND
i	235	115	ND	ND	ND

Tabela 3: Duração média em ms da vogal nasal isolada ou em sequência, em diferentes contextos à direita

A ausência, ou presença, de significância não será aqui buscada. Levaremos em conta o tamanho do efeito e os valores das médias estimadas. A duração das seqüências “vogal nasal + /p/ são próximas das seqüências “vogal oral + /p/”, com uma diferença de 12 ms entre /ẽ/ e /a/ (261 versus 273 ms) e de 6 ms entre /ĩ/ e /i/ (241 versus 235 ms). Além disso, a diferença de 3 ms entre o núcleo vocálico e a vogal nasal (152 ms) e a vogal oral (155 ms) é desprezível. Tais resultados indicam que a vogal nasal não é necessariamente mais longa do que a oral e vêm confortar a hipótese, lançada na seção “Resultados aerodinâmicos”, de que o apêndice nasal se insere no domínio temporal do /p/. A este respeito, é preciso salientar que o termo “murmúrio vocálico” é menos indicado para a fase final da vogal nasal. O fato de o /p/ abrigar este apêndice nasal sugere a sobreposição de gestos: o gesto do véu ao gesto do fechamento dos lábios. Por sua grande complexidade, esta questão demanda estudos futuros em que possamos discutir a importância do apêndice para a percepção da nasalidade vocálica e recolocar em questão a maior duração da vogal nasal em relação à oral (e.g., BEDDOR; WHALEN 1989). Para tanto, podemos levar ainda em consideração as durações obtidas por Kelm (1989), que verifica vogais nasais mais curtas que orais, contrapondo o núcleo vocálico de /ẽ/ (151 ms) ao /a/ (131 ms) e que advoga que, no PB, a percepção da nasalidade depende mais da qualidade nasal da vogal, do que de sua duração.

As seqüências “vogal nasal + /f/” são mais longas que as seqüências “vogal nasal + /p/”, o que atribuímos à duração intrínseca da fricativa e à uma inserção do apêndice diferente, já que pode-se falar de uma fase de transição da vogal para essa consoante (JESUS; SHADDLE, 2005). Cabe ainda chamar a atenção para o espectrograma ilustrativo da seqüência vogal nasal + /f/ (figura 4), no qual se vê uma coocorrência da turbulência da fricativa com o formante nasal, também verificada por Busá (2007) para o italiano. Este foi outro fato, além do pico de DAN, que nos obrigou a sermos cautelosos em afirmar que não há apêndice nasal antes da fricativa.

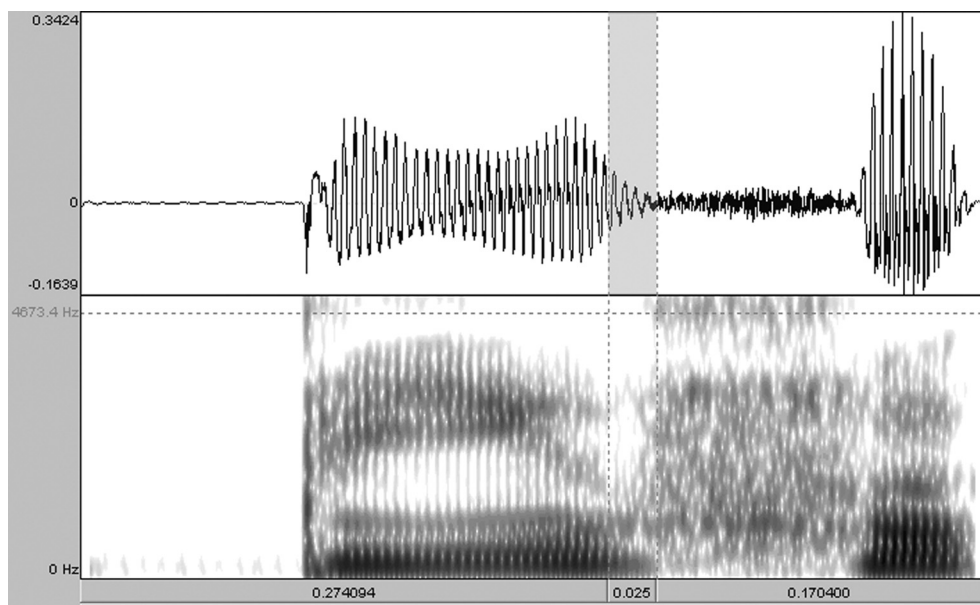


Figura 4: Palavra-alvo *pinfa*, proferida pelo sujeito COEF. Acima, forma de onda e abaixo, espectrograma. A porção entre cursores mostra início da turbulência e interrupção dos formantes, exceto o mais baixo.

A frágil diferença de 9 ms entre as vogais nasais (segmentação acústica) diante de /p/ e das vogais diante de /f/ (184 ms versus 175 ms para /ɜ/, 163 ms versus 154 para /i/ sugere que, apesar da dificuldade de sua detecção diante da fricativa, um apêndice nasal estaria presente neste contexto. Deve-se frisar que na segmentação acústica, não houve separação entre vogal nasal e apêndice, no contexto /p/.

Discussão e conclusão

Utilizando dados originados, sobretudo, de segmentação aerodinâmica, localizamos o início do apêndice nasal que segue a vogal nasal em PB, inferindo o movimento de fechamento oral a partir do fluxo de ar oral. Segundo trabalhos anteriores (e.g., SEARA, 2000; KELM, 1989), o apêndice foi interpretado como uma fase de murmúrio vocálico ou como uma consoante nasal. A denominação “murmúrio vocálico”, não parece apropriada, já que o fenômeno se localiza depois do gesto de fechamento dos lábios, em contexto oclusivo, pelo menos. Por outro lado, podemos argumentar que não se trata de uma “verdadeira” consoante nasal,

pois não há consoantes plenas em coda no PB. Muito embora se afirme que a dita consoante que segue a vogal nasal adota o ponto de articulação da consoante seguinte, estudos experimentais não verificam sua soltura (CAGLIARI, 1977; SOUSA, 1994; JESUS, 2002). Em outras línguas, como o inglês, que nasalizam suas vogais diante de consoante nasal (SOLÉ, 1995), as consoantes nasais de coda são diferentes das de ataque, verificando-se sua redução final, em termos de menor ativação da ponta da língua (BROWMAN; GOLDSTEIN, 1995). A explicação para o PB seria de que, historicamente, a redução desse elemento consonantal já se deu: em termos acústicos é mais curto e em termos articulatórios não apresenta soltura. No entanto, o apêndice nasal apresenta um DAN médio superior ao de uma consoante nasal, segundo os resultados aerodinâmicos.

A partir dos resultados obtidos, parece-nos impossível dar um *status* preciso de consoante nasal ou possível fase da vogal a este apêndice que se insere entre a vogal nasal e a consoante, oclusiva ou fricativa, seguinte. Esta fase se pareceria com uma consoante por causa do nítido fechamento do conduto oral, durante sua produção. Por outro lado, apresenta um vozeamento no domínio temporal da oclusiva surda, no qual se esperaria um gesto glotal aberto e, portanto, nenhum vozeamento. Para entender isso, deve-se considerar que o véu não sincroniza sua elevação com o fechamento labial. Com o véu ainda abaixado, a pressão transglotal é menor acima da glote, criando o vozeamento, que só cessa quando o véu se eleva por completo. Diante das evidências, consideramos o apêndice nasal como a resultante da constelação de gestos implicados na produção de uma seqüência vogal nasal + consoante oral: gesto vocálico, velar e labial. O gesto vélico seria ativado durante o gesto vocálico e se sobreporia ao labial.

Agradecimentos: Ao Bernard Teston e ao Leonardo Lancia, por contribuições muito valiosas a esse trabalho, e à CAPES, pela Bolsa de Pós-Doutoramento 2309/06-8 da pesquisadora brasileira.

RAPOSO DE MEDEIROS, Beatriz; D'IMPERIO, Mariapaola; ESPESSER, Robert. Nasal appendix: aerodynamical and temporal data. **Revista do Gel**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 123-138. 2008.

ABSTRACT: *This work investigates the acoustic variability of nasal vowel realization in Brazilian Portuguese caused by right-hand segmental context. Specifically, it appears that a discernible nasal murmur is measurable only when the nasal vowel precedes a plosive, but*

not before fricatives. According to an alternative hypothesis, there would be no difference between the nasal gestures in the two contexts. By means of both acoustic and aerodynamic data (nasal and oral airflow), a nasal appendix has been identified in both /p/ and /f/ contexts, which corresponds to the closing gesture of the lips and shows a high nasal airflow rate. Our alternative hypothesis is hence supported, while the acoustic difference is explained in terms of gestural overlap.

KEYWORDS: *Nasal vowel. Acoustic. Aerodynamical data.*

Referências

ALMEIDA, A. The portuguese nasal vowels: phonetics and phonemics. In: SCHMIDT-RADEFELT, J. (Ed.). **Readings in Portuguese Linguistics**. Amsterdam: North Holland Publishing Company. 1976. p. 349-396.

BISOL, L. Estudo sobre a nasalidade. In: ABAURRE, B. (Ed.). **Gramática do português falado**. Volume VIII. Campinas: Editora da Unicamp, 2002. p. 501-535.

BOERSMA, P.; WEENINK, D. Praat. www.praat.org

BROWMAN, C.; GOLDSTEIN, L. Articulatory Phonology: an overview. **Phonetica**, 49, p. 155-180, 1992.

_____; _____. Gestural syllable position effects in American English. In: BELL-BERTI, F. RAPHAEL, L. J. (Eds.). **Producing speech: contemporary issues**. New York: AIP Press. 1995. p. 19- 33.

BUSÁ, M. G. Coarticulatory nasalization and phonological developments: data from Italian and English nasal-fricative sequences. In: SOLÉ, M. J.; BEDDOR, P.S.; OHALA, M. **Experimental approaches to phonology**. United Kingdom, Oxford University Press. 2007.

CAGLIARI, L. C. **An experimental study of nasality with particular reference to Brazilian Portuguese**. 320 f. Tese - Universidade de Edinburgo, Edinburgo, 1977.

CÂMARA JR., J. M. **Problemas de linguística descritiva**. Petrópolis: Editora Vozes, 1971.

COLEMAN, J. **Introducing speech and language processing**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

GHIO, A.; TESTON, B. Caractéristiques de la dynamique d'un Pneumotachographe pour l'étude de la production de la parole : aspects acoustiques et aérodynamique. **Actes des JEP**, Nancy, França, p. 337-340. 2002.

GHIO, A. Phonedit: Multiparametric speech analysis. LPL (Aix-en-Provence, France) www.lpl.univ-aix.fr .

FUJIMURA, O. Analysis of nasal consonants. **JASA**, 34, p. 1865-1875. 1962.

JESUS, M. T. Estudo fonético da nasalidade vocálica. **Estudos Linguísticos** 5, Belo Horizonte, p. 205-224. 2002.

_____; SHADLE, C. Acoustic analysis of European Portuguese uvular [χ, ʁ] and voiceless tapped alveolar [ç] fricatives. **JIPA**, p. 35-1, 2005.

KELM. Acoustic characteristics of oral vs nasalized /a/ in Brazilian Portuguese: variation in vowel timbre and duration. **Hispania**, v. 72, n. 4, p. 853-861, 1989.

LACERDA, A.; STREVENSON, P. D. Some phonetic observations using a speech-stretcher. **Revista do Laboratório de Fonética Experimental**, Coimbra, 3, p. 5-16, 1956.

MEDEIROS. B. R. Vogais nasais do português brasileiro: reflexões preliminares de uma revisita. **Revista Letras**, 74, prelo, 2007.

OLIVEIRA, C.; TEIXEIRA, A. On gestures timing in european portuguese nasals. **Proceedings ICPHS XVI**, Saarsbrücken, p. 405-408, 2007.

QUICOLI, A. C. Harmony, lowering and nasalization in Brazilian Portuguese, **Lingua** 80, p. 295-331, 1990.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org> . 2008.

SEARA, I. C. **Estudo acústico-perceptual da nasalidade das vogais do português brasileiro**. 270 f. Tese - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SHOSTED, R. Investigating the aerodynamics of nasalized fricatives. **Proceedings ICPHS XVI**, Saarsbrücken, p. 255-260, 2007.

SOLÉ, M. J. Spatio-temporal patterns of velopharyngeal action in phonetic and phonological nasalization. **Language and Speech**, v. 38, n. 1, p. 1-24, 1995.

SOUSA, E. M. G. **Para a caracterização fonético-acústica da nasalidade no português do Brasil**. Dissertação – Universidade Estadual de Campinas Campinas, 1994.

TESTON, B. Le système PHYSIOLOGIA. **Actes des JEP**, Avignon, França, p. 445, 1996.
VIANA, A. R. G. **Exposição da pronúncia normal portuguesa para uso de nacionais e estrangeiros**. Lisboa. 1892.

WHALEN, D.H.; BEDDOR, P.S. Connections between nasality and vowel duration and height: elucidation of the Eastern Algonquian intrusive nasal. **Language**, v. 5, n. 3, p. 457-486, 1989.