

---

**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO ACÚSTICO DOS SONS  
VOCÁLICOS ORAIS, NASAIS E NASALIZADOS NOS ESTADOS  
INICIAL, ESTACIONÁRIO E FINAL DE SUA PRODUÇÃO<sup>12</sup>**

Luiz Carlos da Silva Souza<sup>13</sup>  
(UESB)

Vera Pacheco<sup>14</sup>  
(UESB)

**RESUMO:**

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma discussão acerca dos valores dos formantes  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$  das vogais orais, nasais e nasalizadas do Português do Brasil (PB) em três momentos distintos de sua produção, os estados inicial, estacionário e final, a fim de demonstrar a relevância da localização no sinal acústico do ponto a partir do qual se estudam esses sons. Com isso, espera-se evidenciar que os segmentos vocálicos, pelo caráter contínuo da fala, sofrem influência acústico-articulatória dos segmentos que lhes são adjacentes e compreender, nessa perspectiva, a natureza fonética dos sons nasais e nasalizados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acústica, Fala, Vogais.

---

<sup>12</sup> Trabalho vinculado ao projeto de pesquisa “Investigação acústico-perceptual de aspectos segmentais e suprasegmentais de línguas naturais”, coordenado pela profa. Dra. Vera Pacheco e pertencente ao Programa de Pós-graduação em Linguística da UESB (PPGLIN).

<sup>13</sup> Aluno do mestrado em Linguística da UESB, bolsista da CAPES.

<sup>14</sup> Doutora em Linguística.

## INTRODUÇÃO

Os sons de uma língua, ao serem produzidos no contínuo da fala, influenciam-se uns aos outros nas suas características acústico-articulatórias. Dessa maneira, um gesto articulatório se sobrepõe a outro na produção de um segmento sonoro, visto que os órgãos do aparelho fonador movimentam-se rapidamente quando do momento da fala, gerando conseqüentemente interferência no padrão acústico de um som.

É nesse contexto do caráter não discreto da fala que ocorre o processo de nasalização de uma vogal adjacente a uma consoante nasal; durante a realização dessa vogal, o abaixamento do véu palatino é antecipado em vistas da produção da consoante nasal, o que faz com que o ar vindo dos pulmões encontre saída tanto pela via oral quanto pela via nasal; dentre as implicações acústicas desse processo na realização das vogais, estão o surgimento de formantes e antiformantes nasais e a redução da intensidade de  $F^1$ ,  $F^2$  e  $F^3$ .

Na Fonética Acústica, ao estudarem os segmentos vocálicos de uma língua, geralmente, os foneticistas elege um momento da realização da vogal em questão para fazerem a descrição dos seus aspectos acústicos. Esse momento costuma ser chamado de estado estacionário ou, como será chamado aqui, porção medial do som. O estado estacionário é o período da produção do som vocálico que sofre menos interferência do som precedente e do subsequente. É, portanto, o contexto no qual a realização da vogal atinge o seu ápice, ou seja, suas características acústico-articulatórias são elevadas à sua forma prototípica; convém dizer que o alcance desse padrão está condicionado também à velocidade de fala e à proximidade ou à distância entre a configuração do trato vocal do som realizado e a dos sons que lhe são adjacentes.

---

Os dados desta pesquisa, resultantes de uma investigação acerca das vogais nasais e nasalizadas do Português do Brasil (PB) em contraposição às suas orais, propõem uma apresentação a respeito de como é o comportamento acústico desses sons em três momentos distintos de sua realização fônica, nas posições inicial, medial e final. Com isso, espera-se demonstrar que tais segmentos não são produzidos, do início ao fim, de acordo com o seu padrão formântico, mas sofrem influência dos segmentos que lhes são adjacentes, que podem aumentar ou diminuir o valor de suas frequências, confirmando, assim, o aspecto contínuo da fala.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### ***Corpus***

Compôs-se um *corpus* com palavras dissílabas formadas pela estrutura CVC.CV e CV.CV, nas quais as vogais /a/, /i/ e /u/ ocupam a posição de núcleo silábico. A posição das consoantes em *onset* seguido de sílaba travada, neste caso pelo arquifonema nasal /N/, é ocupada por oclusivas e fricativas, enquanto que as consoantes nasais /m/ e /n/ ocupam a posição de *onset* seguido por sílaba aberta.

As palavras foram inseridas na frase-veículo “Digo \_\_\_\_ para ela”.

Algumas delas são:

- Canta x Cata x Cana
- Pinta x Pita x Pino
- Cunca x Cuca x Cume

## GRAVAÇÃO DO *corpus*

As gravações foram efetuadas em cabine acusticamente tratada no Laboratório de Pesquisa e Estudos em Fonética e Fonologia (LAPEFF), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), através do programa Audacity a uma taxa de amostragem de 44100 Hz (Mono), em 16 bit. Cada frase foi gravada quatro vezes aleatoriamente em taxa de elocução normal. Participaram da gravação 2 (dois) informantes do sexo masculino, sem problemas de fala, universitários, com idade entre 20 e 25 anos, baianos, naturais de Vitória da Conquista.

obtenção dos valores dos formantes ( $f_1$ ,  $f_2$  e  $f_3$ )

Os valores dos três primeiros formantes **F<sub>1</sub>**, **F<sub>2</sub>** e **F<sub>3</sub>** foram obtidos a partir do programa Praat, considerando-os nas porções inicial (P1), medial (P2) e final (P3) das vogais investigadas, como se vêem nas figuras abaixo:

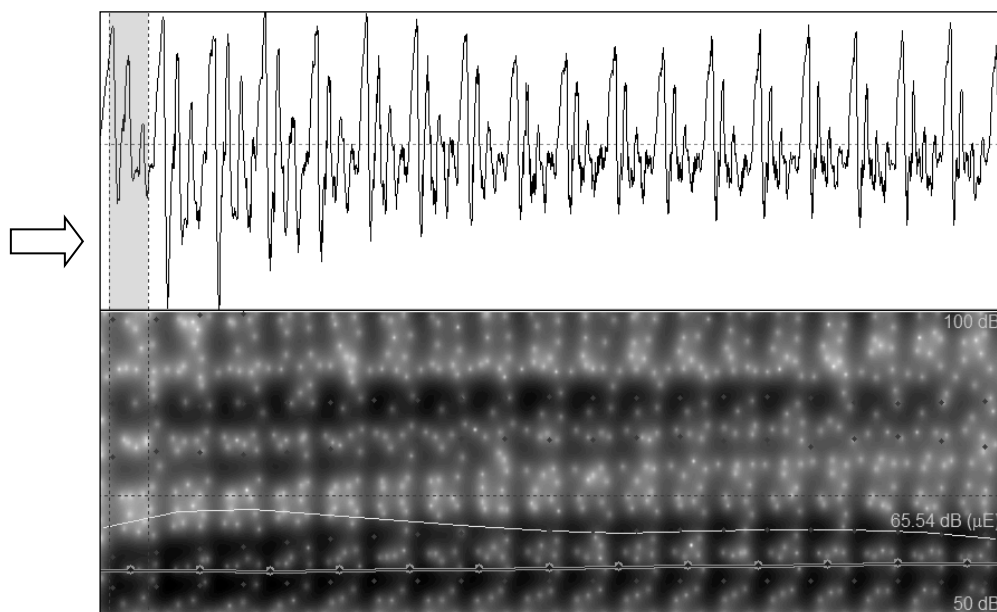


Figura 1: Estado inicial (P1) da vogal [a].

Fonte: elaboração própria

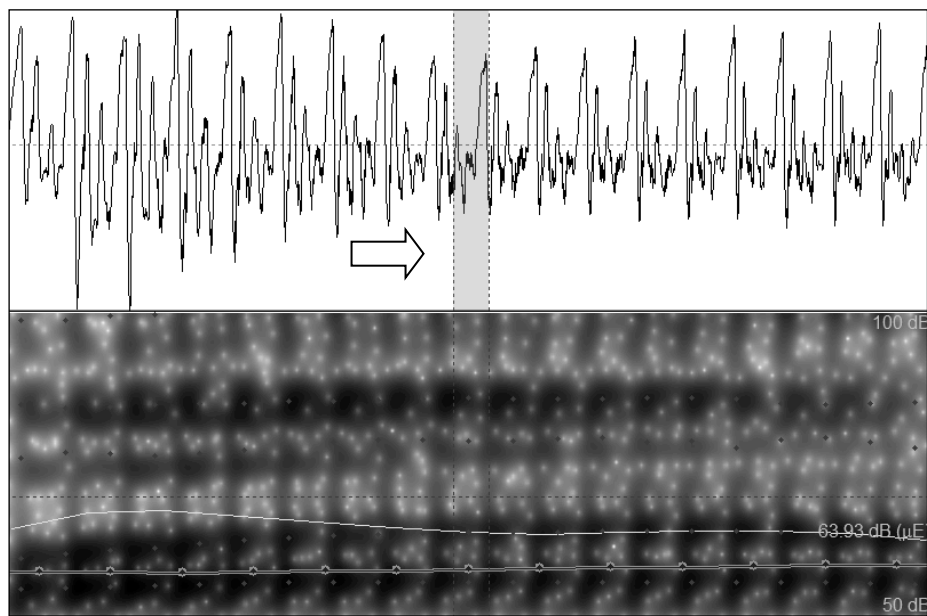


Figura 2: Estado medial (P3) da vogal [a].

Fonte: elaboração própria

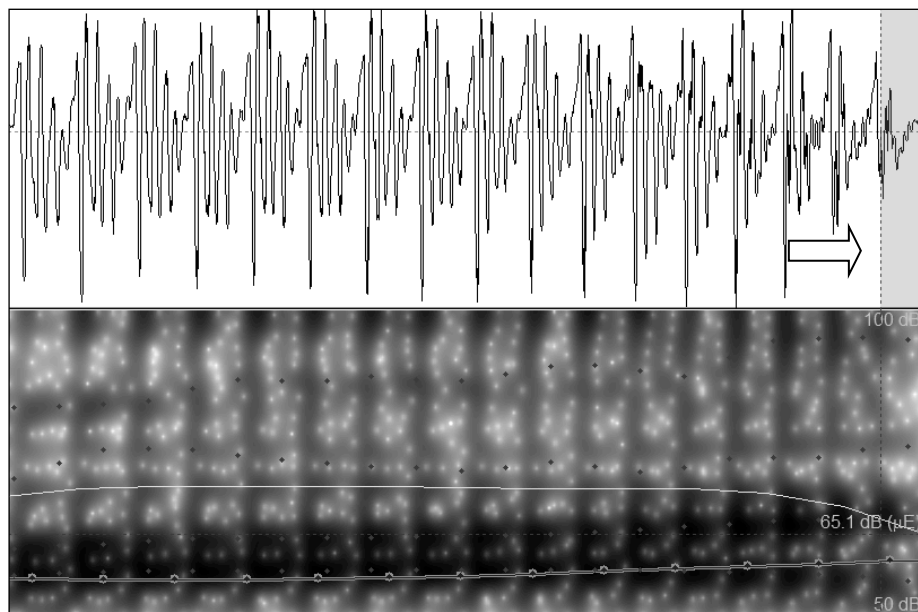


Figura 3: Estado final (P3) da vogal [a].

---

Fonte: elaboração própria

Os valores das frequências formânticas tanto das vogais orais, das nasais e das nasalizadas foram extraídos pela ferramenta Formant-Formant listing do Praat.

análise dos dados

Os dados de cada informante foram submetidos ao teste não paramétrico Kruskal Wallis, para certificar se os valores para cada formante apresentavam diferenças significativas entre si nas porções inicial, medial e final de cada vogal. Os valores foram considerados diferentes para  $p < 0.05$ .

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir da análise dos dados desta pesquisa, verificou-se que a vogal /a/, para os três informantes, apresenta um maior valor de  $F_1$  na porção medial, em torno de 750Hz, o que corresponde ao apresenta Pickett (1999) para esse som, enquanto que, nas outras fases, os seus valores são abaixados. Para as suas correlatas nasal e nasalizada, /aN/ e [ã], repete-se o mesmo processo.

Quanto à vogal /i/, os valores de  $F_1$ , próximo a 300Hz, nas suas três fases, não sofrem alteração, diferentemente do que ocorre com as suas correspondentes /iN/ e [i], que apresentam diferença na porção inicial em relação às porções medial e final, nas quais tendem a se manter estáveis, com valores mais altos.

As vogais /u/, /uN/ e [□], por sua vez, não apresentam diferença significativa entre os valores de F<sub>1</sub>, que se apresentam em torno de 400Hz, nos três momentos da realização da vogal; somente a vogal nasalizada, para o informante 2, apresentou-se com valores de F<sub>1</sub> mais altos na sua porção final do que na inicial.

Veja a tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Valores médios de F<sub>1</sub> em P1, P2 e P3 obtidos para as vogais /a/, /i/ e /u/ e suas correlatas nasais e nasalizadas e respectivos valores de p

Vogais	Informantes	F <sub>1</sub> (Hz)			P
		P1	P2	P3	
/a/	1	610a <sup>(1)</sup>	746b <sup>(2)</sup>	561a	0.0001 (s) <sup>(3)</sup>
	2	611a	728b	644a	0.0001
/aN/	1	472a	525b	528b	0.043
	2	459a	549b	432a	0.0001
[ã]	1	473a	560b	523c	0.0001
	2	462a	571b	523c	0.0001
/i/	1	296	309	299	0.484 (ns) <sup>(4)</sup>
	2	271a	276a	256a	0.0115
/iN/	1	310a	370b	375b	0.0017
	2	278a	311ab	274ac	0.0437
[□]	1	312a	374b	399b	0.0001
	2	284a	326b	304ab	0.0068
/u/	1	393	422	424	0.446
	2	436	384	423	0.6462

<b>/uN/</b>	<b>1</b>	396	442	453	0.0891
	<b>2</b>	436	375	403	0.3658
<b>[□]</b>	<b>1</b>	438	442	473	0.1059
	<b>2</b>	393a	499ac	570bc	0.0036

Obs.: <sup>(1)</sup> Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre as médias.

<sup>(2)</sup> Letras diferentes indicam que há diferença significativa entre as médias.

<sup>(3)</sup> s= significativo para valores de p menores que 0.05.

<sup>(4)</sup> ns = não significativo para valores de p maiores que 0.05.

fonte: elaboração própria

Quanto aos valores de F<sub>2</sub>, a tendência das vogais /a/, /aN/ e [ã] é de se manterem estáveis nesse formante, cerca de 1300Hz, ao longo de sua realização, salvos alguns casos em que os maiores valores se apresentam na porção medial ou final para as vogais /aN/ e [ã].

Para as vogais /i/, /iN/ e [i], a posição medial é favorável a maiores valores de F<sub>2</sub>, no entanto, há casos em que esses se mantêm indiferentes.

As vogais /u/, /uN/ e [□] não apresentam diferença significativa entre os valores de F<sub>2</sub> ao longo de sua realização, conforme a tabela 2 que segue:

Tabela 2 – Valores médios de F<sub>2</sub> em P1, P2 e P3 obtidos para as vogais /a/, /i/ e /u/ e suas correlatas nasais e nasalizadas e respectivos valores de p



Vogais	Informante	F <sub>2</sub> (Hz)			p
		P1	P2	P3	
/a/	1	1313a <sup>(1)</sup>	1337a	1357a	0.9378 (ns) <sup>(2)</sup>
	2	1402	1337	1362	0.8219
/aN/	1	1226a	1351a	1456ba <sup>(3)</sup>	0.0289
	2	1293	1366	1304	0.5122
[ã]	1	1259a	1384a	1506ba	0.0296
	2	1287a	1390a	1259ab	0.0110 (s) <sup>(4)</sup>
/i/	1	2280a	2368b	2303ab	0.0301
	2	2106	2115	2159	0.5017
/iN/	1	2328	2131	2162	0.7546
	2	2112	2084	2122	0.3487
[□]	1	2356a	2405a	2212ab	0.0068
	2	2061a	2182b	2092ab	0.0181
/u/	1	1588	2076	1948	0.1067
	2	1414a	1103a	1692ab	0.0436
/uN/	1	1640	1950	1864	0.1154
	2	1463	2268	1986	0.0162
[□]	1	1698	1729	1895	0.9410
	2	1085	1643	1866	0.0997

Obs.: <sup>(1)</sup> Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre as médias.

<sup>(2)</sup> ns = não significativo para valores de p maiores que 0.05.

<sup>(3)</sup> Letras diferentes indicam que há diferença significativa entre as médias.

<sup>(4)</sup> s= significativo para valores de p menores que 0.05.

fonte: elaboração própria

Finalmente, em relação ao  $F_3$ , as diferenças entre os valores para a as vogais /a/, /aN/ e [ã], nas suas três porções, tendem a não ser significativas. Quando há diferença significativa, é entre os valores da porção medial e as outras porções, apresentando esses valores ora mais baixos, ora mais altos, ou valores que se igualam aos da porção final.

O mesmo ocorre entre os valores de  $F_3$  das vogais /i/, /iN/ e [i].

Quanto às vogais /u/, /uN/ e [u], as diferenças não são significativas. Os valores são apresentados na tabela 3 abaixo:

Tabela 3 – Valores médios de  $F_3$  em P1, P2 e P3 obtidos para as vogais /a/, /i/ e /u/ e suas correlatas nasais e nasalizadas e respectivos valores de p

Vogais	Informantes	$F_3$ (Hz)			p
		P1	P2	P3	
/a/	1	2627a <sup>(1)</sup>	2464b <sup>(2)</sup>	2502b	0.0001 (s) <sup>(3)</sup>
	2	2304a	2467b	2263a	0.0005
/aN/	1	2757a	2903b	2802ab	0.0289
	2	2497	2643	2497	0.2321 (ns) <sup>(4)</sup>
[ã]	1	2749a	2931b	2952b	0.0001
	2	2516a	2650a	2621a	0.0465
/i/	1	3053a	3200b	2878c	0.0001
	2	3140a	3239a	2948b	0.0008
/iN/	1	3107	3086	3089	0.8210
	2	3288	3292	3174	0.4141

[□]	<b>1</b>	3116a	3333b	2997a	0.0020
	<b>2</b>	3120a	3321a	2771b	0.0001
/u/	<b>1</b>	2905	3119	3151	0.1605
	<b>2</b>	2907	2888	2951	0.8015
/uN/	<b>1</b>	2887	2984	3000	0.1953
	<b>2</b>	2993	2812	2872	0.2981
[□]	<b>1</b>	3016	2862	2924	0.3515
	<b>2</b>	2844	2866	2953	0.8596

Obs.: <sup>(1)</sup> Letras iguais indicam que não há diferença significativa entre as médias.

<sup>(2)</sup> Letras diferentes indicam que há diferença significativa entre as médias.

<sup>(3)</sup> s= significativo para valores de p menores que 0.05.

<sup>(4)</sup> ns = não significativo para valores de p maiores que 0.05.

fonte: elaboração própria

## CONCLUSÕES

Com esses resultados, confirma-se que os segmentos fônicos na cadeia da fala são dinâmicos, uma vez que ela é contínua, e, por isso, no ato da fonação, eles estão em constante interinfluência. Isso implica dizer que considerá-los atômicamente ou mesmo num modelo fonológico que estabeleça a sua estrutura interna e explique a ocorrência de um processo fonológico como a nasalização não possibilita entender e representar tal dinamicidade.

---

Nessa perspectiva, a investigação das vogais nasais e nasalizadas, assim como a de qualquer outro segmento, a partir de um único momento de sua realização fônica, como a porção medial, por exemplo, como normalmente se faz, pode gerar afirmações errôneas a seu respeito.

Com isso, evidencia-se a necessidade de se levar em consideração a relevância da localização no sinal acústico do ponto a partir do qual se depreendem as características acústicas dos sons nasais e nasalizados, a fim de que se possa compreendê-los dentro do processo dinâmico que é inerente à sua natureza fonética.

## REFERÊNCIAS

- BOERSMA, P.; WEENINK, D. **Praat software. version** 4.0. 15 oct. 2001. Disponível em: <<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>>. Acesso em: 3 jul. 2012.
- FRY, D. B. **The physics of speech**. 13 th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1979.
- PICKETT, J. M. **The acoustics of speech communication: fundamentals, speech perception theory, and technology**. 1 th ed. United States of America: Allyn and Bacon, 1999.