

Análise Acústico-Comparativa de Vogais Brasileiras com Vogais Norte-Americanas

Irma lunes Miranda e Aleksandro R. Meireles
UFES - CAPES

Vitória, Espírito Santo, Brasil
UFES

Vitória, Espírito Santo, Brasil
irmaiunes@gmail.com, meirelesalex@gmail.com

RESUMO or ABSTRACT

Verifica as características acústicas dos sistemas vocálicos do português brasileiro e do inglês americano. Propõe-se descrever acusticamente as vogais tônicas capixabas e traçar um paralelo com suas correspondentes americanas, pertencentes ao dialeto de Kansas, no que se refere às propriedades acústicas. Os informantes brasileiros são capixabas nascidos e criados na cidade de Vitória e os informantes americanos nasceram no estado de Kansas e são moradores da cidade de Lawrence. Corpus formado por gravações de leituras de frases veículo contendo as palavras que carregam a vogal alvo. Análises das frequências dos formantes (F1 e F2) feitas através do programa Akustyk/Praat.

0 INTRODUÇÃO

A observação e descrição do falar capixaba vêm se desenvolvendo nos últimos anos a partir do interesse de linguistas por revelar as características aparentemente sutis de uma fala conhecida por ser pouco marcada. Tais trabalhos têm possibilitado o surgimento de um panorama mais detalhado, não somente da fala, como também de uma recente mudança do comportamento apresentado pelo capixaba diante do sua própria identidade.

O presente trabalho se propõe a apresentar uma análise acústica das vogais tônicas do português brasileiro (PB) do dialeto capixaba, bem como traçar uma análise acústico-comparativa dessa variedade do PB com os resultados obtidos para vogais do inglês americano (IA), dialeto do Meio-Oeste.

As comunidades de fala aqui estudadas foram escolhidas por se mostrarem variedades que apresentam poucas marcas dialetais.

Inúmeros trabalhos já foram realizados no sentido de descrever o sistema vocálico do português brasileiro, no que tange os parâmetros articulatórios. Porém, poucos estudos realizaram medidas acústicas para a descrição desse sistema. Entre os estudos que abordam a fonética do PB, pode-se citar: Moraes *et al* [1]. No caso das vogais capixabas, ainda não se pode encontrar estudos dessa ordem.

Quando se trata do inglês americano, muitos estudos acústicos foram elaborados com o objetivo de descrever os sistemas vocálicos das mais diversas regiões do Estados Unidos. Entre muitos, encontram-se Peterson & Barney [3] e Hillenbrand [4].

As análises acústicas de vogais desenvolvidas neste trabalho têm como base teórica os estudos realizados por Fant [5]; Ladefoged [6; 7]; Kent & Read [8]; Clark, Yallop & Fletcher [9].

1 HIPÓTESES

Algumas hipóteses se fizeram norteadoras dessa pesquisa. Sabe-se que o sistema vocálico do PB é

constituído de sete fonemas vocálicos distribuídos em um triângulo simétrico com as vogais /i/, /u/ e /a/ assumindo seus vértices [10]. Já o IA apresenta um sistema de doze fonemas vocálicos distribuídos em um polígono cujos vértices são ocupados pelas vogais /i/, /u/, /æ/ e /ɔ/ [6]. Tem-se, assim, por definição, a imediata distinção entre os dois sistemas estudados, cujos pontos cardeais não apresentam coincidência em número de componentes e, por suas propriedades acústicas, se localizam em lugares distintos do espaço vocálico.

Esse estudo permitiu a verificação das distinções e proximidades acústicas entre as vogais de variedades do PB e do IA consideradas pouco marcadas.

Isoladamente, para o IA, foi possível investigar a ausência de distinção entre as vogais /ɔ/ e /ɔ/ no dialeto do Meio-Oeste citada por Ladefoged [6]. E para o PB, foi possível buscar a confirmação da simetria do triângulo vocálico.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Fonética: Abordagem Acústica das Vogais

Os sons vocálicos são produzidos pela passagem da corrente de ar pulmonar egressiva através das pregas vocais constritas, o que ocasiona uma vibração na laringe. A onda sonora gerada por essa vibração é modificada ao atravessar o trato vocal, que, por sua vez, apresenta cavidades de ressonância. Essas cavidades são estabelecidas pela configuração ou formato do trato no momento da passagem de ar. O formato do trato depende diretamente do formato e posicionamento da língua, assim como do formato e protrusão dos lábios durante a passagem do ar [8].

Do ponto de vista acústico, sabe-se que as vogais, como qualquer som vozeado, são caracterizadas pelas frequências de seus formantes. Conforme Ladefoged [6], é possível analisar os sons desde que possamos medir as reais frequências de seus três primeiros formantes. Assim, quando se intenciona trabalhar com a descrição acústica das vogais os valores das frequências dos formantes F1, F2 e F3 são suficientes.

Na verdade, o diagrama bidimensional F1x F2 é o esquema mais utilizado para a representação acústica dos sons vocálicos. Sabe-se que os dois primeiros formantes pertencem ao espectro que resulta da passagem contínua e praticamente sem obstruções do ar através das diferentes formas assumidas pelo trato vocal supraglótico no momento da produção da fala. De acordo com Fant (apud [11]) os padrões de frequências dos formantes, para cada vogal em particular, são determinados pelo formato e tamanho do trato supralaríngeo. Para a produção das vogais orais, o ar passa pela cavidade oral estreitada pela aproximação entre o corpo da língua e o palato sem que o ar seja friccionado [8].

O valor da frequência do primeiro formante (F1) possui uma relação inversamente proporcional à posição vertical da língua no momento da produção da vogal, ou seja, quanto mais alta a vogal, ou, em outras palavras, quanto maior a constrição da passagem de ar, menor o valor da frequência de F1. Assim, as vogais altas [i] e [u] apresentam valores de frequência de F1 menores que as vogais baixas [a] e [ɑ], [9].

Para F2, os valores de frequência estão relacionados com a posição horizontal do corpo da língua. Quanto mais posterior for a vogal, menor o valor da frequência de F2, se comparado aos valores das vogais anteriores. As vogais anteriores [i] e [e] possuem valores de frequência de F2 maiores que os das vogais posteriores [u] e [o], por exemplo [9].

Estabelece-se, assim, uma correspondência acústico-articulatória que permite a identificação das vogais através do gráfico bidimensional F1xF2 (Figura 1, abaixo), cujo eixo vertical abriga os valores de F1 (altura da vogal/língua) e o eixo horizontal, os valores de F2 (avanço da vogal/língua). A partir daí, torna-se possível a inferência articulatória quando se tem acesso aos dados acústicos das vogais, por exemplo: se houve um aumento do valor da frequência de F1, entende-se que a língua moveu-se para uma posição mais baixa; ou, no caso de um aumento de F2, é seguro concluir que houve um avanço da língua [8].

Quanto ao arredondamento dos lábios, seu efeito é o de reduzir as frequências dos formantes. Isso se dá devido ao fato de que as frequências dos formantes são menores quanto maior for o comprimento do trato vocal. Sabe-se que falantes masculinos com tratos mais longos produzem, em geral, frequências menores que falantes femininos com tratos mais curtos. O arredondamento dos lábios causa um aumento no comprimento do trato e por consequência, a redução nos valores de frequência [8].

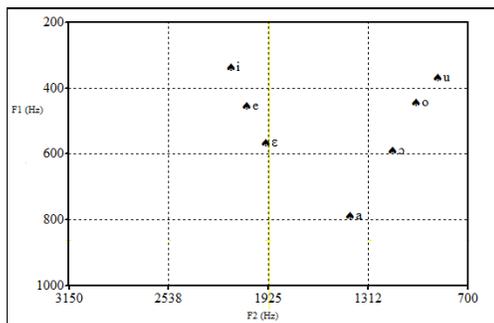


Figura 1 Gráfico bidimensional F1xF2 com médias das vogais orais tônicas da capixaba F.

2.2 A Teoria Fonte-Filtro

A teoria acústica da fala foi devidamente esclarecida por Kent e Read [8] ao se comparar o trato vocal a um tubo de ressonância, que possui em uma de suas aberturas uma membrana elástica. Essa membrana vibra com a passagem do fluxo de ar fornecido pelos pulmões, funcionando como uma fonte de energia acústica, e trata-se de uma representação das pregas vocais. As pregas vocais em vibração produzem uma onda de energia que se propaga através do tubo ressonador formado pela faringe juntamente com a cavidade oral, para fones orais, ou cavidades oral/nasal, para fones nasais. A outra abertura do tubo representa os lábios ou lábios/narinas, por onde é exalada a corrente de ar na produção de um som oral ou nasal, respectivamente.

O tubo ressonador funciona como um filtro de frequências que, dependendo do formato que assume, permite a passagem de algumas frequências e promove o bloqueio de outras frequências de ondas formadoras do espectro proveniente da laringe. Assim, a forma assumida pelo trato vocal dá forma ao espectro de frequências gerado pelas pregas vocais, tornando o espectro de saída uma resultante com características tanto da fonte quanto do filtro.

Os valores das frequências de ressonância, moldadas pelo tubo, estão diretamente relacionados com a extensão e o formato do trato vocal (tubo). No que tange à extensão, de acordo com Kent & Read [8], quanto menor o trato vocal, mais altas as frequências de ressonância e, inversamente, quanto maior o trato vocal, mais baixas as frequências de ressonância. Deduz-se a partir desse fato que as frequências de ressonância variam com as características físicas do falante, determinadas principalmente pela idade e pelo sexo.

Diferentes tipos de fontes podem estar envolvidas na produção da fala, porém, a que se mostra mais importante para a teoria fonte-filtro é a vibração das pregas vocais provocada pela passagem do ar ou, conforme com Kent & Read [8], a “fonte de espectro laríngeo”.

Ao atravessar o trato vocal, o espectro produzido pela fonte laríngea é submetido ao filtro, fazendo ressonar naturalmente alguns dos componentes formadores do espectro laríngeo, que a partir desse momento passam a se chamar **formantes**. Os formantes são numerados a partir dos de mais baixa frequência como F1, F2, F3,...Fn. Há um número infinito de formantes, porém os primeiros são os mais importantes para os estudos acústicos dos sons da fala. O formato do trato vocal, determinado pelo posicionamento dos articuladores, bem como o seu comprimento, influenciado pelo sexo e pela idade do falante, são determinantes para a caracterização dos formantes.

2.3 As Vogais

Para Câmara Jr. [10], “a realidade da língua oral é muito mais complexa do que dá a entender o uso aparentemente simples e regular das cinco letras latinas vogais na escrita”, já que os fonemas vocálicos tanto da língua portuguesa como da língua inglesa são realizados em formas de múltiplos alofones.

Ainda em Câmara Jr. [10], pode-se encontrar a descrição da função da vogal na formação silábica. As vogais, por sua força expiratória e pela abertura da articulação assumem o papel de centro da sílaba em todas as línguas, porém, para o português o núcleo da sílaba é sempre uma

vogal, pois as nossas consoantes não têm função silábica. O mesmo não acontece necessariamente no IA, onde se pode encontrar, por exemplo, uma líquida em função silábica como em /botl/.

Tanto no PB quanto no IA, a vogal como centro da sílaba pode ser precedida de som consonantal ou de semivogal na chamada fase crescente, como também pode ser seguida de consoante ou semivogal na fase decrescente. A semivogal, também chamada de vogal assilábica, é resultado de uma emissão expiratória de característica reduzida e menor abertura articulatória, o que leva à produção de uma vogal “pela metade” [10].

As vogais orais do português brasileiro se distribuem entre tônicas (portadoras de acento), pretônicas (não portadoras do acento, precedem a vogal tônica) e postônicas (não portadoras do acento, sucedem a vogal tônica). As vogais orais tônicas são em número de sete: /i/, /e/, /ɛ/, /ɨ/, /o/, /u/, Figura 2, que, em posições átonas, tratam-se “sempre a rigor de alofones posicionais do correspondente fonema tônico” [10].

Quanto maior o distanciamento da vogal tônica, maior a instabilidade articulatória e conseqüentemente maior será a tendência de se realizar a neutralização da vogal, que pode ser definida como “o processo pelo qual dois ou mais fonemas que se opõem em determinado contexto deixam de fazê-lo em outro” [12].

	Anteriores	Central	Posteriores
Altas	i		u
Médias	e		o
Médias	ɛ		ɨ
Baixa		a	

Figura 2 Quadro fonético das vogais orais tônicas do português brasileiro. Fonte: Baseado em Câmara Jr. [10].

O inventário vocálico do inglês americano é composto de doze fonemas vocálicos, conforme o quadro de vogais abaixo (Figura3).

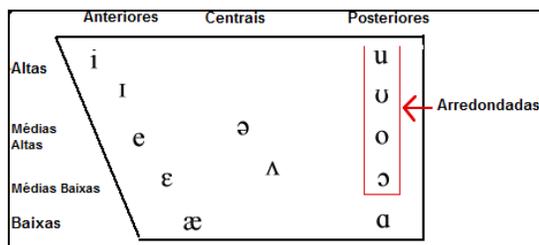


Figura 3 Fonemas vocálicos do IA. Fonte: <http://www.utexas.edu/courses/linguistics/resources/phonetics/vowelmap/index.html>

Assim como as vogais do português brasileiro, as vogais do inglês americano têm a classificação articulatória que abrange as posições: vertical (alta, média e baixa) e horizontal (anterior, central e posterior). Essas coordenadas referem-se à posição do corpo da língua na cavidade oral no momento da produção do fonema. Outra referência articulatória de grande importância é o arredondamento dos lábios para as vogais posteriores.

Conforme Ladefoged [6], as vogais do IA também podem ser classificadas como: tensas ou frouxas. Esses termos indicam o grau de tensão muscular aplicado aos articuladores na produção da vogal. Essa classificação não se aplica aos fonemas do PB, ou seja, as vogais tensas como [i, u] não se distinguem das frouxas [ɨ, ɨ] em nenhuma variedade do PB.

3 METODOLOGIA

Os dados que serviram de base para o estudo foram extraídos de gravações realizadas com 8 falantes capixabas, 4 homens e 4 mulheres (nascidos, criados e moradores da cidade de Vitória) e 8 falantes americanos, 4 homens e 4 mulheres (moradores da cidade de Lawrence, estado de Kansas). Todos os falantes tinham o ensino superior concluído ou em andamento e pertenciam à faixa etária de 20 a 40 anos.

As gravações na cidade de Vitória foram realizadas parcialmente em estúdio e, a outra parte, em local silencioso sem que ocorressem maiores interferências na qualidade dos dados. As gravações dos falantes americanos aconteceram totalmente em estúdio.

Palavras foram inseridas em frases veículo, lidas em sequência aleatória pelos falantes de cada dialeto. Cada falante gravou dez vezes cada vogal, sendo que as frases foram dispostas em sequência aleatória para evitar fadiga e distorções prosódicas.

A escolha das vogais investigadas partiu das sete tônicas presentes no PB e suas correspondentes do IA. Assim, as vogais tônicas i, e, ɨ, a/ɨ, ɨ e u, núcleos de palavras monossilábicas para os dois dialetos, foram estudadas quando inseridas em ambientes fonéticos idênticos ou similares.

A análise dos dados se deu através do programa AUSTYK/PRAAT. O método Lobanov foi o escolhido para a normalização por prover a compensação das diferenças fisiológicas entre falantes bem como a manutenção de suas características dialetais [13].

A análise estatística dos dados foi realizada através de ANOVA e do teste TukeyHSD.

4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

A Tabela 1 traz os valores médios normalizados das frequências de F1 e F2 para as vogais do PB e do IA para os falantes femininos e masculinos agrupados.

Tabela 1 Valores médios de F1 e F2 para falantes do PB e do IA.

Vogais	Médias PB		Médias IA	
	F1	F2	F1	F2
i	348	2163	259	2451
e	426	2115	491	1975
ɛ	572	1825	554	1740
a	773	1413	709	1007
ɨ	584	1100	705	938
o	422	961	498	1048
u	357	934	314	1299

Esses valores localizados no gráfico F1x F2 (Figura 4) fornecem uma noção mais precisa de como as vogais se distribuem no espaço vocálico para cada um desses dialetos. O gráfico indica, também, os distanciamentos entre essas vogais.

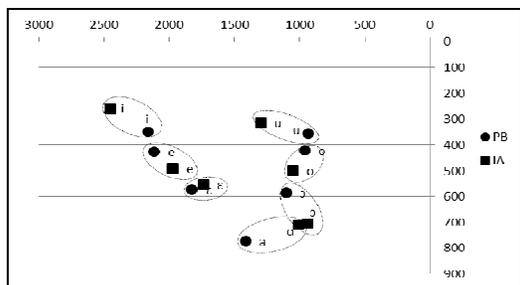


Figura 4 Gráfico F1x F2 dos valores médios para o PB e o IA.

A análise estatística dos dados, para um nível de significância = 0,05, mostra a distinção entre os dois grupos de vogais (PB e IA): Two-way ANOVA; fatores: VOGAL (7 níveis) e GRUPO (2 níveis) – sem interação dos fatores; variável dependente: F1 / F2; para F1, $p < 2,2 \times 10^{-16}$ e para F2, $p < 2,2 \times 10^{-16}$.

O teste Tukey HSD indica onde se encontram as diferenças entre os grupos. Na Tabela 2, abaixo, encontram-se os resultados do teste Tukey HSD para as vogais comparadas.

Tabela 2 Resultados do Post Hoc Tukey HSD para F1 e F2.

F1		F2	
PB X IA	p ($\alpha=0,05$)	PB X IA	p ($\alpha=0,05$)
i	0,0000000	i	0,0000000
e	0,0000000	e	0,0000000
ε	0,3705804	ε	0,0007102
a - □	0,0000000	a - □	0,0000000
□	0,0000000	□	0,0000000
o	0,0000000	o	0,0004115
u	0,0000000	u	0,0000000

Diante desse resultado, observa-se que somente a vogal ε apresenta proximidade significativa para F1. Porém, para F2 há uma distinção para o grau de significância adotado (0,05). Apesar da proximidade da vogal □, não se pode afirmar que essa vogal apresenta as mesmas qualidades acústicas na fala capixaba e no dialeto de Lawrence.

Todas as demais vogais da Tabela 2 apresentam divergência significativa tanto para F1 quanto para F2. Assim, não há vogais tônicas do PB que venham apresentar características acústicas coincidentes com as vogais do IA, ou seja, são realizadas com articuladores em posições distintas.

É também importante observar o comportamento das vogais □ e □ do inglês americano, que se apresentam bem próximas no espaço acústico da Figura 4. Porém, as análises estatísticas não confirmam a coincidência acústica para F2 ($p=0,0197$) no nível de significância adotado

(0,05); indicando um possível distanciamento horizontal entre vogais. F1($p=0,999$) coincide.

As análises estatísticas indicam uma forte simetria para a forma triangular que posiciona as vogais capixabas. Os valores de F1 apresentam coincidência significativa para as vogais i-u ($p=0,9913$), e-o ($p=0,9999$) e □-□ ($p=0,8985$), o que indica que cada par de vogais compartilha a mesma altura no espaço vocálico.

As diferenças acústicas entre as vogais pertencentes aos diferentes sistemas se somam às demais características que distinguem ambas as línguas e contribuem para que se intensifiquem as dificuldades de aquisição da língua inglesa por estudantes brasileiros de língua estrangeira.

Justifica-se, portanto, a dificuldade de realização oral dessa nova língua, o inglês, pela importância da qualidade das vogais no que se refere às características prosódicas da fala.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MORAES, J.; CALLOU, D.; LEITE, Y. *O sistema vocálico do português do Brasil: caracterização acústica*. In: KATO, M. A. (Org.). *Gramática do português falado*. Vol.V: Convergências. Editora da UNICAMP; São Paulo: FAPESP, 1996. p. 33-53.
- PETERSON, G. E.; BARNEY, H.L. *Control Methods Used in a Study of the Vowels*. Reprinted from The Journal of the Acoustical Society of America, Vol.24, No. 2, 175-184, March, 1952.
- HILLENBRAND, J.; GETTYL, A.; CLARK, M.J.; WHEELER, K. *Acoustic characteristics of American English vowels*. In: Journal Acoustic Society of America, p. 3099-3111, May 1995.
- FANT, G. *Acoustic theory of speech production*. Paris: Mouton, 1970.
- LADEFOGED, P. *Three areas of experimental phonetics*. London: Oxford University Press, 1967.
- _____. *A course in phonetics*. 5th ed. Boston: Thomson Wadsworth, 2006.
- KENT, R. D.; READ, C. *The acoustic analysis of speech*. California: Singular Publishing Group, 1992.
- CLARK, J.; YALLOP, C.; FLETCHER, J. *An introduction to phonetics and phonology*. 3rd ed. UK: Blackwell Publishing, 2007.
- CÂMARA Jr., J. M. *Estrutura da língua portuguesa*. 7. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1976.
- LIEBERMAN, P.; BLUMSTEIN, S. *Speech physiology, speech perception, and acoustic phonetics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- CALLOU, D.; LEITE, Y. *Iniciação à fonética e à fonologia*. 8. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.
- ADANK, P. *Vowel Normalization: a perceptual-acoustic study of Dutch vowels*. Wageningen: Posen & Looijen bv, 2003.