


**unesp**  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**Faculdade de Ciências e Letras**  
**Campus de Araraquara - SP**

LUIS FELIPE DE ASSIS PINHEIRO

# **ESTUDO ACÚSTICO DAS VOGAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO**



ARARAQUARA – S.P.  
2013

LUIS FELIPE DE ASSIS PINHEIRO

**ESTUDO ACÚSTICO DAS VOGAIS DO PORTUGUÊS  
BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Conselho de Curso de Letras, da  
Faculdade de Ciências e Letras –  
Unesp/Araraquara, como requisito para obtenção  
do título de Bacharel em Letras.

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Cagliari**

ARARAQUARA – S.P.  
2013

Pinheiro, Luis Felipe de Assis

Estudo acústico das vogais do Português Brasileiro / Luis Felipe de Assis Pinheiro – 2013

37 f. ; 30 cm

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Letras) –  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade  
de Ciências e Letras (Campus de Araraquara)

**ORIENTADOR: LUIS CARLOS CAGLIARI**

1. Fonética. 2. Acústica. 3. Vogais. 4. Formantes.  
5.. Língua portuguesa. I. Título.

LUIS FELIPE DE ASSIS PINHEIRO

# **ESTUDO ACÚSTICO DAS VOGAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Conselho de Curso de Letras, da Faculdade de Ciências e Letras – Unesp/Araraquara, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Letras.

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Cagliari**

Data da defesa/entrega: 25/11/2013

## **MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:**

---

**Presidente e Orientador: Luiz Carlos Cagliari (Doutor)**  
Universidade Estadual Paulista.

---

**Membro Titular: Mariane Carvalho (Doutoranda)**  
Universidade Estadual Paulista

---

**Membro Titular: Audinéia Ferreira da Silva (Doutoranda)**  
Universidade Estadual Paulista

**Local:** Universidade Estadual Paulista  
Faculdade de Ciências e Letras  
**UNESP – Campus de Araraquara**



Aos professores que formam professores.



## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe Maria Cristina de Assis Pinheiro;

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Carlos Cagliari;





“Não pode haver ausência de boca nas palavras: nenhuma fique desamparada do ser que a revelou.”

Manoel de Barros (1996, p.67)



## RESUMO

Na área da Fonética, os estudos atuais estão voltados principalmente para análises acústicas da fala. Com as facilidades trazidas pelos computadores pessoais e pelos programas disponíveis, os estudos de fonética passaram a ser feitos com essa tecnologia. O trabalho a seguir utilizou o programa de computador PRAAT. Além de mostrar como o programa pode auxiliar o pesquisador, o objetivo do trabalho é trazer novos dados para futuras consultas nesse âmbito, permitindo comparações e discussões a respeito do assunto. No FONAC, local onde funciona o Projeto de Estágio Departamental, coordenado pelo Prof. Dr. Luiz Carlos Cagliari e voltado para o treinamento fonético acústico de alguns alunos da graduação e da pós-graduação, existe uma gravação de boa qualidade, na qual um falante do dialeto paulista lê duas vezes um trecho da obra de Michael Ende e Annegert Fuchshuber, intitulada: O Pequeno Papa-Sonhos. Os dados obtidos através da gravação foram analisados diretamente ou através de procedimentos estatísticos. Tabelas e gráficos, criados a partir desses dados, ajudaram a visualizar as semelhanças e diferenças entre as vogais permitindo uma mais fácil compreensão do fenômeno articulatorio. Com os dados dos formantes, mais especificamente, se fez possível a obtenção de valores prototípicos para as vogais do Português e do dialeto em estudo.

**Palavras – chave:** Fonética. Acústica. Português. Vogais. Formantes.



## ABSTRACT

In the area of Phonetics, current studies are mainly geared toward acoustic analysis of the speech. The technology of personal computers and available software made these analyses easier to be carried out. The following work used the software called PRAAT. Besides showing how it helps the researcher, the aim of this work is to bring new data for future consultation in this field, allowing comparisons and discussions about this subject. At FONAC, a place where a Project of Departmental Traineeship is run, coordinated by Prof. Dr. Luiz Carlos Cagliari and aimed at training on Acoustic Phonetics for undergraduates and graduates, there is a good quality recording, in which a speaker of the *paulista* dialect reads an excerpt of Michael Ende and Annegert Fuchshuber's book named 'The Dream-eater' twice. The data obtained through it were analyzed directly or by statistic procedures. Tables and charts, created from these data, helped to visualize the similarities and differences between the vowels allowing an easier comprehension of the articulatory phenomenon. With the formants, specifically, prototypical values for the vowels of Portuguese and the dialect in study were obtained.

**Keywords:** Phonetics. Acoustics. Portuguese. Vowels. Formants.



## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b>	Valores de F1 no fonema /a/	28
<b>Gráfico 2</b>	Valores de F2 no fonema /a/	29
<b>Gráfico 3</b>	Valores de F3 no fonema /a/	29
<b>Gráfico 4</b>	Média dos valores de F1 para as cinco vogais fonológicas	34
<b>Gráfico 5</b>	Gráfico de dispersão entre F1 e F2 das vogais fonológicas	35





## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	As vogais	24
<b>Tabela 2</b>	Vogais do Dialeto Paulista (exemplos e localização)	24
<b>Tabela 3</b>	Formantes do fonema /a/ (Hz)	28
<b>Tabela 4</b>	Formantes do fonema /e/ (Hz)	30
<b>Tabela 5</b>	Formantes do fonema /i/ (Hz)	31
<b>Tabela 6</b>	Formantes do fonema /o/ (Hz)	32
<b>Tabela 7</b>	Formantes do fonema /u/ (Hz)	33



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>21</b>
1.1 O motivo	21
1.2 Metodologia	21
1.3 Objetivo	22
<b>2 DESENVOLVIMENTO</b>	<b>22</b>
2.1 As vogais	22
2.1.1 A articulação	23
2.2 As peculiaridades da análise acústica	24
2.3 A investigação acústica das vogais	25
2.3.1 Os formantes	26
2.3.2 A duração	26
2.4 A estrutura formântica das vogais do Português Brasileiro	27
2.4.1 A vogal /a/	27
2.4.2 A vogal /e/	29
2.4.3 A vogal /i/	30
2.4.4 A vogal /o/	32
2.4.5 A vogal /u/	33
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>36</b>



## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 O motivo**

Um estudo voltado para análises acústicas da fala requer do pesquisador conhecimentos específicos da língua em estudo no que concerne à linguística geral, às teorias sobre acústica, fonética articulatória e perceptual e às suas formas de representação nos gráficos de análise acústica.

Matérias de Fonética e Fonologia, presentes na grade curricular de matérias obrigatórias do curso de graduação em Letras da UNESP de Araraquara, assim como algumas matérias optativas de Fonética Acústica foram proporcionadas pelo Prof. Dr. Luiz Carlos Cagliari e outros.

A convite do professor, fui integrado a um grupo de estudos que se formaria posteriormente e de onde vários trabalhos na área surgiriam, como este.

Inicialmente, um trabalho em grupo foi criado. Nele, cada aluno tinha uma função específica na análise de um mesmo material. Com o passar do tempo, cada aluno foi se especializando em certos temas dentro da Fonética Acústica.

O tema escolhido por mim desde o primeiro ano de Graduação foi o dos formantes das vogais. Os formantes são a identidade acústica de um som e revelam com maior exatidão suas qualidades diante do corpo humano.

### **1.2 Metodologia**

No FONAC, local onde funciona o Projeto de Estágio Departamental, coordenado pelo Prof. Dr. Luiz Carlos Cagliari e voltado para o treinamento fonético acústico de alguns alunos da graduação e da pós-graduação existe uma gravação de boa qualidade, na qual um falante do dialeto paulista lê duas vezes um trecho da obra de Michael Ende e Annegert Fuchshuber, intitulada: O Pequeno Papa-Sonhos (Editora Ática, 1998 – 8a. ed.). A escolha desse informante foi motivada pelo fato de ele apresentar uma voz grave e ter bom nível de escolaridade, sendo também funcionário da faculdade.

As gravações foram analisadas através do programa PRAAT. O PRAAT, cuja origem do nome é holandesa e significa FALA, é um programa desenvolvido por dois linguistas da Universidade de Amsterdã, pesquisadores do Instituto de Ciências Fonéticas, chamados Paul Boersma e David Weenink. Acompanha o programa PRAAT um tutorial e um help com todas

as informações técnicas e procedimentos para um melhor uso dos recursos do programa. Além disso, traz informações teóricas sobre fonética, fonética acústica e tratamento estatístico de dados.

Para sofisticar a análise acústica, houve um programa de leituras especiais, indicadas pelo orientador, no sentido também de atualização do que se pesquisa hoje na área da fonética acústica.

A transcrição fonética seguiu o padrão da Associação Internacional de Fonética e autores como Abercrombie (1967), Ladefoged (1971; 1975) Ian Catford (1968; 1977), Pullum and Ladusaw (1986); John Laver (1994), Cagliari (2007), dentre outros.

A análise acústica seguiu os modelos desenvolvidos por pesquisadores como Fant (1968), Stevens and House (1967), Denis Fry (1979), Ladefoged (1962), Laver (1994), dentre outros.

Foram de grande importância, também, as reuniões semanais, nas quais dúvidas eram esclarecidas, novidades trazidas e aperfeiçoamentos e aprofundamentos teóricos eram feitos.

O trabalho aqui apresentado é resultado das análises e leituras feitas.

### **1.3 Objetivo**

O objetivo do trabalho é fazer, a partir dos dados obtidos, algum tipo de comparação com dados de outros autores e um melhor detalhamento das características das vogais do português com a ajuda dos programas de computador que temos no laboratório, e ainda, se possível, a descoberta de algum dado relevante para os estudos em fonética acústica da nossa língua e do dialeto que analisamos.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 As vogais**

As vogais são produzidas pela passagem de ar através da cavidade oral sem obstrução ou fricção. Na abordagem acústica da formação das vogais levam-se em consideração aspectos como: o movimento da língua; o estreitamento da boca; a nasalização; e a labialização.

Segundo Cagliari (2007), em relação a esses aspectos, três formas básicas de análise das vogais são possíveis. O primeiro método é o da comparação com outras línguas existentes. O segundo analisa as vogais a partir de um estabelecimento de categorias vocais básicas, baseadas no Alfabeto Internacional de Fonética (IPA). O terceiro método é o das vogais cardeais. Esse último seria baseado em “[...] *uma análise perceptual da qualidade das vogais e na percepção cinestésica dos movimentos da língua.*” (CAGLIARI, 2007, p. 52).

O presente estudo foi feito utilizando um pouco de cada um dos métodos, por uma questão de conveniência. O mais utilizado, no caso, foi o método das vogais cardeais. Cagliari sugere a ocorrência fonológica de sete vogais distintivas no português brasileiro.

Os dados apresentados nas tabelas do estudo são de caráter fonético ou acústico e, portanto, representam mais vogais do que as pressupostas pela Fonologia do Português.

Ressalta-se, aqui, a relevância que o ouvinte tem na percepção auditiva da produção analisada, sendo o verdadeiro responsável pela constatação fonológica dos diferentes sons produzidos, sabendo-se que a máquina não é capaz de fazê-lo.

A máquina é, sim, capaz de fazer uma análise, porém sem a mesma precisão em relação à língua como um sistema subjetivo e seu uso ou aplicação cotidiana. A máquina é eficiente, ainda assim, em uma análise fonética (física) e estatística. Entende-se que o computador deva ser usado apenas como ferramenta, sempre sob um olhar ou análise humanos.

### **2.1.1 A articulação**

A articulação das vogais se restringe a uma área específica dentro da cavidade oral. Essa área é representada por um trapezoide. O mesmo trapezoide será visualizado na esquematização das vogais cardeais, servindo de referência em relação à mobilidade da língua e abertura da mandíbula.

As vogais são classificadas em quatro níveis de abertura da boca: fechada, meio-fechada, meio-aberta e aberta. Existe a possibilidade de se pronunciar as vogais com uma protrusão labial. As vogais com protrusão labial são chamadas de arredondadas. Na tabela a seguir o aspecto do arredondamento aparece escrito como labialização.



Tabela 1 – As vogais

Altura:	Regiões articulatórias					
	Anterior		Central		Posterior	
Fechada	i	y	ɨ	ɤ	ɯ	u
Meio-fechada	e	ɘ	ə	ɵ	ɤ	o
Meio-aberta	ɛ	œ	ɐ	ɚ	ʌ	ɔ
Aberta	a	æ			ɑ	ɒ
Labialização	Não-lab.	Lab.	Não-lab.	Lab.	Não-lab.	Lab.

Fonte: Cagliari (2007)

Tabela 2 - Vogais do Dialeto Paulista (exemplos e localização)

Vogais	Exemplos	
[i]	<i>vi</i>	[vi]
[ɨ]	<i>chove</i>	[ʃɔvɨ]
[e]	<i>vê</i>	[ve]
[ɛ]	<i>pé</i>	[pɛ]
[a]	<i>cada</i>	[kada]
[ɐ]	<i>cama</i>	[kɐma]
[ɔ]	<i>pó</i>	[pɔ]
[o]	<i>robô</i>	[xobo]
[ɔ̃]	<i>tudo</i>	[tudɔ̃]
[u]	<i>urubu</i>	[urubu]

Localização

Fonte: Cagliari (2007)

## 2.2 As peculiaridades da análise acústica

Vale lembrar que as vogais produzidas por um falante dificilmente serão as vogais cardiais propostas pelo modelo do trapézio e pela base de dados do IPA. Cada vogal produzida possui diferentes características acústicas e raramente é possível – a não ser quando

a vogal é criada sinteticamente – produzir a mesma vogal por mais vezes seguidas. Essa é uma das dificuldades na comparação entre dados já existentes e os dados obtidos por esse projeto. A análise, portanto, requer uma tolerância a disparidades que sejam pouco destoantes, sempre considerando dados com alguma margem de erro predefinida.

Existe, também, uma necessidade de se aproximar os valores obtidos em relação às vogais cardeais, identificando as distinções e semelhanças para inserir as vogais num diagrama padronizador, mais próximo da realidade fonológica da língua em questão – no caso o Português Brasileiro – como o da página anterior, feito por Cagliari, baseado em exemplos do português falado no interior paulista.

### **2.3 A investigação acústica de vogais**

Com o intuito de investigar acusticamente as vogais e obter dados que possibilitassem uso em qualquer uma das línguas pelo mundo, se fez necessária a constatação de valores, medidos em diferentes grandezas, em pontos físicos comuns a todo ser humano.

Para alcançar tal feito, uma análise perceptual ou auditiva, por si só, não seria suficiente. O alto grau de subjetividade prejudicava a criação de padrões fonéticos. A objetividade só foi encontrada nos aspectos físicos do som em relação ao corpo humano pelo qual ele passa.

Foram feitos estudos sobre tonalidade, pressão do ar, ressonância, respiração, duração, velocidade, intensidade do som, formas de onda sonora, entre outras, que estão mais relacionadas a estudos científicos no âmbito da física, matemática e biologia.

Aproveitando essa interdisciplinaridade entre as diferentes instâncias do conhecimento humano, a linguística notou a possibilidade de se aplicar tais conhecimentos em uma única área relacionada aos sons humanos: a Fonética. O nome dado a essa matéria interdisciplinar, cujo objetivo era analisar o som por métodos mais objetivos, analíticos e científicos foi “Fonética Acústica”.

Na análise acústica procura-se detalhar as propriedades articulatórias que, unidas, darão ao pesquisador uma configuração mais precisa do som produzido, seja ele uma vogal, seja uma consoante.

Quanto às vogais, nos interessam principalmente os dados sobre formantes e duração.

### 2.3.1 Os formantes

Os formantes representam picos de energia causados nas ondas sonoras harmônicas criadas por ressonâncias no aparelho vocal. Medidos em decibéis (dB), os formantes são a identidade frequencial de um som. Como nos instrumentos musicais, cada voz tem seu timbre, o qual é caracterizado pela ocorrência de certas ressonâncias fundamentais chamadas de formantes. Assim, mesmo produzindo uma mesma nota, instrumentos diferentes apresentam sonoridades diferentes.

Na análise das vogais, os formantes que serão determinantes na sua identificação são os três iniciais, mais baixos em frequência, embora existam infinitos formantes em cada produção sonora. Se alterados quaisquer um deles, temos, conseqüentemente, outro som, pois cada um desses formantes representa um aspecto do trato vocálico que teve relevância na ressonância criada, como: abertura da boca; posição da língua; protrusão labial; retroflexão; e ponto de ressonância (posterior ou anterior). Os formantes são denominados simbolicamente de  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$ .

### 2.3.2 A Duração

A análise duracional, que é suprasegmental, consiste em uma análise de caráter comparativo sintagmático, diferente dos outros aspectos em segmentos separados, os quais são analisados paradigmaticamente (comparando os segmentos a um inventário fonológico).

Temos em mente os limites de velocidade de articulação das partes do corpo (no caso do trato vocálico) que influirão na duração de cada segmento.

Já que o tempo está envolvido na definição de frequência - oscilações periódicas expressas como uma função do tempo - a dimensão temporal também entra na determinação da qualidade fonética, a qual é definida como a distribuição de energia acústica no domínio da frequência.

O problema não é medir, mas escolher os limites para medir a duração física.

A duração dos sons pode ser condicionada pelos seguintes fatores: ponto e modo de articulação do segmento por si próprio; sons segmentais precedentes e seguintes; fatores suprasegmentais (especialmente pela tonicidade); e posição do som dentro de uma unidade fonológica de nível maior.

A mudança de duração, no nível frasal, não causa mudança na interpretação da mensagem, mas evidencia diferenças no humor, tipo de texto, ou as circunstâncias sobre as quais foi feita a gravação. Não é contrastiva no nível lexical ou semântico, mas é no nível prosódico.

O Português é uma língua de ritmo acentual. A importância da duração das sílabas e dos segmentos da fala na enunciação é evidente. Existem duas instâncias das quais tomamos ciência ao analisar a duração de um segmento. São elas: a influência dos diferentes ritmos de fala padrão brasileiros na duração e a liberdade parcial do falante ao pronunciar os segmentos, numa questão mais estilística.

## **2.4 A estrutura formântica das vogais do Português Brasileiro**

Os segmentos em amarelo representam ditongos. Em vermelho estão leituras discrepantes nas quais desconfiamos dos dados, cientes da possibilidade de uma leitura errônea por parte do programa PRAAT.

A transcrição fonética segue os padrões do Alfabeto Internacional de Fonética (IPA). F1, F2 e F3 representam os três formantes extraídos de um ponto central de cada segmento, medidos em Hertz (Hz).

Essa leitura é feita aproximadamente no centro do segmento, pois os formantes variam durante a produção e a centralização pressupõe um momento de maior estabilidade, sem características do segmento anterior ou posterior, eliminando a distorção presente na transição dos segmentos. O timbre das vogais e consoantes, dessa forma, se caracteriza no meio do segmento.

### **2.4.1 A vogal /a/**

A Tabela 3 mostra a frequência dos formantes F1, F2 e F3 de todas as ocorrências (55) do fonema /a/. Foneticamente, o fonema /a/ ocorreu com as variantes [a], [ɐ], [ɐ̃], [ɑ], [Λ], [ã], [ẽ̃]. A Tabela 1 mostra também os ditongos com formação de “a”: [ẽõ], [õẽ], [ai], [ẽu], [ai], [ɐa], [Λu], [au], [au].

O valor mais baixo de F1 na Tabela 3 é 413Hz (segmento 145) e o valor mais alto é 752Hz (segmento 343). A média dos valores de F1 é de aproximadamente 570Hz. Esse valor é típico de F1 para a vogal anterior e baixa [a]. Os valores da Tabela 3 aparecem separados por ordem de formante nos gráficos a seguir.

Tabela 3 - Formantes do fonema /a/ (Hz)

SEGMENTO	TRANSCRIÇÃO	F1	F2	F3 (Hz)	SEGMENTO	TRANSCRIÇÃO	F1	F2	F3 (Hz)
19	a	621	1033	2415	222	a	664	1371	2571
26	a	491	1732	2557	225	ea	630	1503	2452
38	a	632	1494	2883	232	a	551	1105	2583
48	ẽ	514	1219	2764	234	a	652	1339	2540
51	a	671	1190	2510	237	a	438	1892	2662
64	e	522	1838	2569	241	ẽũ	604	2039	3106
67	a	592	1752	2813	245	ẽ	497	1401	2975
70	a	669	1231	2627	250	e	488	1569	2319
94	a	649	1445	2848	275	au	606	2720	3675
97	uẽ	501	1235	2657	293	ã	503	1419	2708
108	a	618	1294	2612	298	a	464	1442	1894
112	a	655	1227	2494	311	a	461	1466	2692
114	a	553	1511	2582	326	ẽũ	515	1311	3100
133	a	457	1541	2747	341	ẽũ	568	1001	2575
145	a	623	1281	2643	343	a	752	1335	2592
153	ai	413	1834	2618	356	ø	673	1168	2636
156	a	678	1197	2653	360	ou	612	1181	2689
158	a	550	1054	2431	367	a	515	1389	2706
160	a	563	1341	2688	378	a	666	1308	2563
163	a	446	1811	2531	380	a	601	1272	2660
176	ẽu	480	1121	2831	388	a	495	1882	2381
182	ẽu	472	1135	2543	402	ẽ	495	1387	2693
188	ai	552	1768	2706	406	ou	521	845	2400
191	a	674	1334	2657	424	a	584	1256	2692
193	a	478	1524	2661	429	a	682	1325	2425
201	a	680	1363	2613	434	e	587	1457	2453
205	a	692	1354	2603	438	a	521	1553	2639
					445	ou	571	684	2764

Gráfico 1 - Valores de F1 no fonema /a/

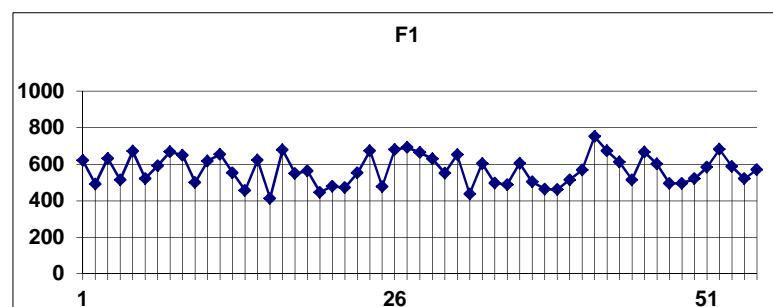


Gráfico 2 - Valores de F2 no fonema /a/

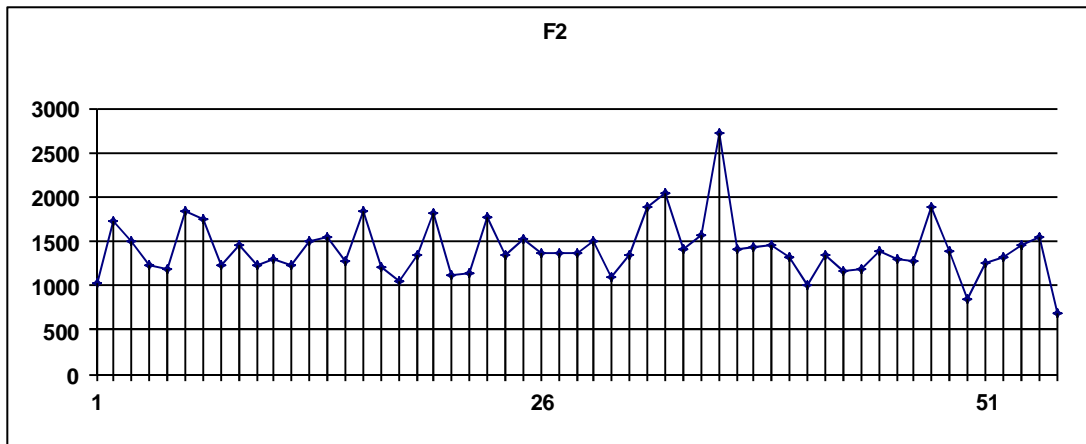
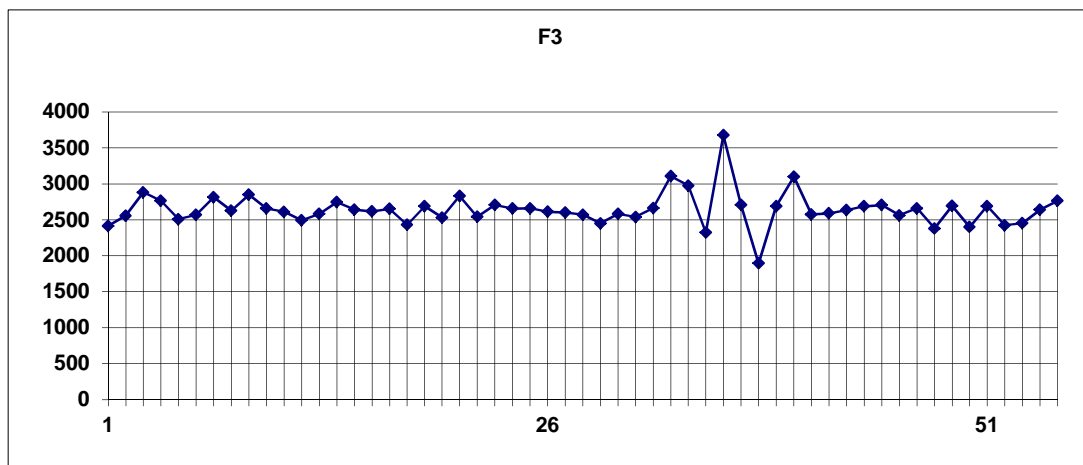


Gráfico 3 - Valores de F3 no fonema /a/



#### 2.4.2 A vogal /e/

A Tabela 4 mostra a frequência dos formantes F1, F2 e F3 de todas as ocorrências (42) do fonema /e/. Foneticamente, o fonema /e/ ocorreu com as variantes [e], [ẽ], [ɛ]. A Tabela 2 mostra, ainda, os ditongos com formação de “e”: [eu], [ei], [eʊ], [ẽĩ], [ẽi], [ei], [ẽĩ]; além das ocorrências da vogal junto com [ɹ] e [ŋ].

O valor mais baixo de F1 na Tabela 4 é 280Hz (segmento 14) e o valor mais alto é 573Hz (segmento 217). A média dos valores de F1 é de aproximadamente 440Hz. Esse valor é típico de F1 para a vogal anterior e meio-fechada [e].

Tabela 4 - Formantes do fonema /e/ (Hz)

SEGMENTO	TRANSCRIÇÃO	F1	F2	F3 (Hz)	SEGMENTO	TRANSCRIÇÃO	F1	F2	F3 (Hz)
1	eu	410	1759	2404	220	eu	430	1688	2396
5	e	450	1849	2574	229	e	447	1886	2604
14	ei	280	2047	2646	248	ei	344	2064	2847
41	e	396	1870	2576	253	ɛ	567	1819	2528
45	e	364	1746	2528	267	ēī	413	2180	2693
57	eŋ	446	2162	2915	299	e	456	1820	2549
61	ɛ	559	1788	2719	313	e	443	1791	2504
74	e	454	1836	2665	317	e	444	1950	2696
87	eu	478	1543	2343	324	e	480	1729	2583
118	eɪ	402	2069	2713	332	ɛ	524	1830	2606
121	ei	409	2018	2721	335	ēī	451	2319	2930
125	ēī	406	1979	2575	339	e	443	1811	2570
151	ɛ	561	1721	2593	350	eu	478	1046	2236
166	e	460	1829	2596	375	e	381	1960	2668
171	ē	471	2049	2738	382	ē	468	1832	2610
178	ēī	408	2121	2780	391	eu	399	1890	2604
184	ēi	415	2053	2757	408	ēi	427	2129	2592
200	eɪ	384	2073	2850	410	e	404	1842	2562
207	eu	414	1050	2435	415	eu	410	1817	2409
209	ēī	432	1963	2664	418	eɪ	368	2047	2774
217	ɛ	573	1841	2706	442	eu	483	1286	2578

### 2.4.3 A vogal /i/

A Tabela 5 mostra a frequência dos formantes F1, F2 e F3 de todas as ocorrências (71) do fonema /i/. Foneticamente, o fonema /i/ ocorreu com as variantes [ɪ], [i], [ĩ], [ĩ̃], [ĩ̂]. A Tabela 5 mostra, ainda, os ditongos com formação de “i”: [iʊ], [õĩ], [eɪ], [ēĩ̃] [ei], [ēĩ̃], [ēĩ̂], [iʊ]; além das ocorrências da vogal junto com [ɹ] e [ŋ].

O valor mais baixo de F1 na Tabela 5 é 181Hz (segmento 8) e o valor mais alto é 1231Hz (segmento 211). Tal discrepância no maior valor encontrado para F1 pode ser causada por uma má leitura formântica da vogal feita pelo programa PRAAT. A média dos valores de F1 é de aproximadamente 360Hz. Esse valor é típico de F1 para a vogal anterior e fechada [i].

A vogal [i] é ainda a vogal que possui maior distância entre os formantes F1 e F2. A distância entre os formantes diminui conforme o grau de posterioridade da vogal em questão.

**Tabela 5 - Formantes do fonema /i/ (Hz)**

SEGMENTO	TRANSCRIÇÃO	F1	F2	F3 (Hz)	SEGMENTO	TRANSCRIÇÃO	F1	F2	F3 (Hz)
3	ɪ	354	1990	2560	203	i	331	2101	2613
8	i	181	2086	2893	209	ēī	432	1963	2664
10	i	290	2040	2823	211	ɪ	1231	2357	3111
12	ɪʊ	338	1228	2205	213	ɪ	360	1865	2478
14	ei	280	2047	2646	215	i	333	2125	2811
24	i	324	2027	2913	219	ɪ	293	2031	2825
28	ɪ	347	2131	2752	224	i	279	2078	2861
39	ir	356	2012	2672	236	i	259	2123	3042
43	ɪ	289	1736	2466	239	ɪ	267	2040	2836
55	iŋ	611	2376	3482	248	eɪ	344	2064	2847
65	iʊ	370	1847	2526	257	io	441	1346	2146
69	i	336	2051	2892	262	i	324	1927	2482
83	i	313	2118	2842	267	ēī	413	2180	2693
86	i	282	2064	3056	270	ɪ	336	2155	2825
95	iʊ	333	2065	2801	282	i	300	1918	2636
106	i	310	1874	2640	291	i	353	2034	2516
121	ei	409	2018	2721	301	i	312	1889	2490
125	ēī	406	1979	2575	303	i	294	1998	2869
131	i	305	2015	2716	307	ɪ	258	2009	2582
135	i	281	1991	2719	309	oi	319	1897	2601
140	i	309	1916	2534	318	i	408	2074	2587
142	ōī	485	1482	2585	328	ɪ	370	2022	2644
148	iʊ	375	1418	2217	334	ɪ	411	2018	2799
150	i	348	2023	2865	345	ɪ	384	1897	2526
153	ai	413	1834	2618	349	ɪ	247	2058	2883
162	i	273	2083	2898	358	i	378	1965	2657
164	ī	386	1536	2329	362	i	350	2066	2549
168	ɪ	331	1881	2479	371	i	404	2048	2557
174	ɪ	362	2099	2721	390	i	354	2064	2612
178	ēī	408	2121	2780	392	ɪ	345	1648	2173
184	ēɪ	415	2053	2757	408	ēī	427	2129	2592
188	ar	552	1768	2706	418	eɪ	368	2047	2774
195	i	296	2014	2672	420	i	324	2100	2671
197	ɪ	324	1922	2394	426	i	348	1994	2641
200	eɪ	384	2073	2850	432	ɪ	384	2117	2476
					436	i	322	2033	2891



#### 2.4.4 A vogal /o/

A Tabela 6 mostra a frequência dos formantes F1, F2 e F3 de todas as ocorrências (43) do fonema /o/. Foneticamente, o fonema /o/ ocorreu com as variantes [o], [ɔ], [õ]. A Tabela 4 mostra, ainda, os ditongos com formação de “o”: [õĩ], [ou], [õũ], [io], [oɔ]; além da ocorrência da vogal junto com [ɹ].

**Tabela 6 - Formantes do fonema /o/ (Hz)**

SEGMENTO	TRANSCRIÇÃO	F1	F2	F3 (Hz)	SEGMENTO	TRANSCRIÇÃO	F1	F2	F3 (Hz)
16	o	375	1067	2347	243	õũ	478	740	2745
21	o	458	846	2415	257	io	441	1346	2146
30	o	447	946	2592	259	oɹ	486	1161	2231
32	o	395	737	2599	264	ou	492	593	2507
34	ɔ	631	891	2558	265	ɔ	416	2214	2708
53	o	671	1549	3203	273	õũ	470	788	2920
59	õ	405	985	2580	278	ɔ	540	774	2490
81	o	491	936	2916	287	o	585	2210	3370
89	ɔ	599	995	2520	309	oi	319	1897	2601
91	ɔ	599	930	2521	322	o	379	1147	2700
102	ou	535	794	2477	330	o	541	1107	2439
104	õ	548	717	2821	337	o	463	1212	2468
116	o	452	1014	2656	352	ɔ	632	920	2492
119	o	374	728	2562	364	o	623	1743	3449
122	o	431	920	2483	373	o	438	1157	2824
124	ou	457	908	2545	395	ou	496	972	2436
127	o	463	1153	2780	398	o	421	1145	2645
129	o	393	1227	2538	413	õũ	471	1229	2528
138	o	456	1207	2767	416	o	382	684	2450
142	õĩ	485	1482	2585	422	oɔ	598	990	2487
198	o	388	1031	2400	447	õ	465	974	2702
227	o	488	982	2593					

O valor mais baixo de F1 na Tabela 6 é 319Hz (segmento 309) e o valor mais alto é 671Hz (segmento 53). A média dos valores de F1 é de aproximadamente 480Hz. Esse valor é típico de F1 para a vogal posterior e meio-fechada [o].

### 2.4.5 A vogal /u/

A Tabela 7 mostra a frequência dos formantes F1, F2 e F3 de todas as ocorrências (55) do fonema /u/. Foneticamente, o fonema /u/ ocorreu com as variantes [u], [ʊ], [õ], [ũ], [ɔ]. A Tabela 7 mostra, ainda, os ditongos com formação de “u”: [ɪʊ], [eʊ], [eũ], [ẽõ], [oẽ], [ẽɔ], [iʊ], [oʊ], [õõ], [ʌʊ], [au], [aʊ].

O valor mais baixo de F1 na Tabela 5 é 255Hz (segmento 36) e o valor mais alto é 945Hz (segmento 79). Tal discrepância no maior valor encontrado para F1 pode ser causada por uma má leitura formântica da vogal feita pelo programa PRAAT. A média dos valores de F1 é de aproximadamente 460Hz. Esse valor é típico de F1 para a vogal posterior e fechada [u].

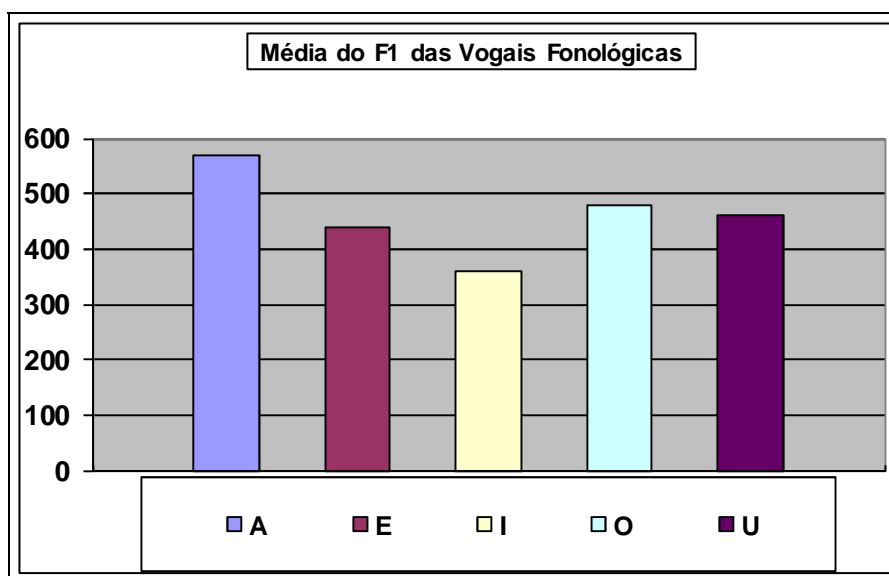
**Tabela 7 - Formantes do fonema /u/ (Hz)**

SEGMENTO	TRANSCRIÇÃO	F1	F2	F3 (Hz)	SEGMENTO	TRANSCRIÇÃO	F1	F2	F3 (Hz)
1	eu	410	1759	2404	280	u	356	1349	2659
12	ɪu	338	1228	2205	285	ou	790	2486	3508
36	u	255	1268	2640	289	u	422	1150	2555
72	ɔ	523	955	3197	295	u	387	1363	2520
77	ɔ	537	1280	3168	305	u	376	1633	2426
79	u	945	3178	3532	315	u	346	1465	2522
85	u	341	1167	2343	320	u	408	1218	2838
87	eu	478	1543	2343	326	ɔɔ	515	1311	3100
97	uẽ	501	1235	2657	341	ɔɔ	568	1001	2575
100	u	324	1278	2528	347	u	453	1529	2734
102	ou	535	794	2477	350	eu	478	1046	2236
110	u	400	1124	2473	355	ɔ	357	1245	2548
124	ou	457	908	2545	360	au	612	1181	2689
148	iu	375	1418	2217	369	u	355	863	2416
176	ẽu	480	1121	2831	384	u	403	1393	2550
180	u	375	1292	2642	386	u	406	1060	2285
182	ɔɔ	472	1135	2543	391	eu	399	1890	2604
186	u	442	1043	2434	395	ou	496	972	2436
207	eu	414	1050	2435	400	u	354	919	2429
220	eu	430	1688	2396	405	u	547	1142	2484
230	ɹ	484	2644	3348	406	au	521	845	2400
241	ɔɔ	604	2039	3106	413	ɔɔ	471	1229	2528
243	ɔɔ	478	740	2745	415	eu	410	1817	2409
255	u	355	1190	2401	440	u	306	1190	2507
264	ou	492	593	2507	442	eu	483	1286	2578
271	ɹ	419	1316	2178	445	au	571	684	2764
273	ɔɔ	470	788	2920	449	u	403	1499	2685
275	ʌu	606	2720	3675					

### 3 CONCLUSÕES FINAIS

Analisados os valores de F1 de todas as vogais e verificadas as médias encontradas, é possível dizer que o aumento do valor identifica o grau de abertura das vogais. A vogal [i] é a mais fechada, enquanto [a] é a mais aberta. Com os valores médios de cada vogal foi possível fazer o seguinte gráfico:

**Gráfico 4 - Média dos valores de F1 para as cinco vogais fonológicas**



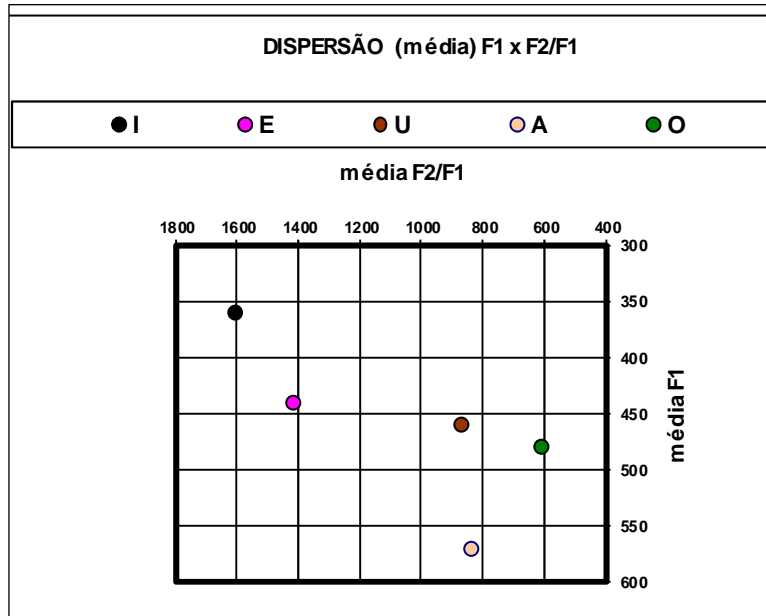
O gráfico de dispersão a seguir representa a média de F1 de todas as vogais fonológicas da gravação (coordenadas) *versus* a média dos valores de F2 dividida pelos valores de F1 (abscissas). O modelo de representação foi proposto por Ladefoged no livro *A Course In Phonetics* por ser considerado o modelo mais próximo do consagrado trapézio das vogais cardeais.

Existe uma proximidade grande entre os valores encontrados para as vogais “a” e “u” em relação aos aspectos de posterioridade ou anterioridade. Ambas são praticamente centrais, mas de acordo com o gráfico se diferenciam no aspecto da abertura da boca, sendo a vogal “a” a mais aberta e a vogal “i” a mais fechada.

A vogal “u” se aproxima muito, em relação à abertura da boca, das vogais “o” e “e”. Assim, verifica-se uma tendência à centralização da vogal “u”. Na verdade, o que acontece é que, no português, a vogal /u/ é quase sempre produzida com menos labialização e força do que a vogal cardeal, caracterizando um som que equivale ao símbolo [ʊ]. Essa centralização

rovavelmente significa que no português brasileiro atual existe apenas uma pequena diferença entre as vogais mais posteriores, “o” e “u”.

**Gráfico 5 - Gráfico de dispersão entre F1 e F2 das vogais fonológicas**



O trabalho mostra, portanto, que os dados coletados em trabalhos anteriores já consagrados continuam valendo como base para os estudos atuais por suas similaridades. O material usado reforça com maior exatidão as análises da língua portuguesa feita por autores imprescindíveis à literatura linguística.

## REFERÊNCIAS

- ABERCROMBIE, David. **Elements of General Phonetics**. Edinburgh: Edinburgh University Press. 1967.
- BARBOSA, Plínio. **Incursões em torno do ritmo da fala**. Campinas: Ed. Pontes / Fapesp. 2006.
- BARROS, Manoel. **Livro sobre Nada**. Rio de Janeiro, Record, 9ª Edição, 1996.
- CAGLIARI, Luiz Carlos. **Elementos de Fonética do Português Brasileiro**. São Paulo: Editora Paulistana. 2007.
- CATFORD, Jan C. The Articulatory Possibilities of Man. in: **Manual of Phonetics**, ed. by Bertil Malmberg. Amsterdam: North-Holland Publishing Co., 1968; pág. 309-333.
- \_\_\_\_\_. **Fundamental Problems in Phonetics**. Edinburgh: Edinburgh University Press. 1977.
- FANT, Gunnar. Analysis and Synthesis of Speech Process. **Manual of Phonetics**, ed. Bertil Malmberg. Amsterdam: North-Holland Publishing Co., 1968; pág. 173-277.
- FRY, Denis B. **The Physics of Speech**. London: Cambridge University Press. 1979.
- LADEFOGED, Peter. **Elements of Acoustic Phonetics**. Chicago: The University of Chicago Press. 1962.
- \_\_\_\_\_. **Preliminaries to Linguistic Phonetics**. Chicago: The University of Chicago Press. 1971.
- \_\_\_\_\_. **A Course in Phonetics**. New York: Holt Rinehart and Winston. 1975.
- LAVER, John. **Principles of Phonetics**. Cambridge: Cambridge Textbooks in Linguistics. 1994.
- PULLUM, Geoffrey K. and LADUSAW, William A. **Phonetic Symbol Guide**. Chicago: The University of Chicago Press. 1986.
- STEVENS, Kenneth N. and HOUSE, Arthur. Development of a Quantitative Description of Vowel Articulation. In: **Reading in Acoustic Phonetics**. ed. by Ilse Lehiste. Cambridge: The MIT Press. 1967. pág. 34-43.