

# As vogais orais do português brasileiro na fala infantil e adulta: uma análise comparativa

Lilian E. Minikel Brod  
Izabel Christine Seara  
Universidade Federal de Santa Catarina

***Resumo:** Este estudo teve como objetivo apresentar uma análise acústica das vogais orais tônicas do português brasileiro na fala de crianças e adultos, com base nos parâmetros de F1, F2 e duração relativa. Para evitar os efeitos das diferenças fisiológicas entre adultos e crianças, os dados foram normalizados a partir do método Lobanov. Os parâmetros acústicos normalizados das sete vogais orais foram analisados em função da idade. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas entre as vogais produzidas por crianças e aquelas produzidas por adultos tanto para as duas primeiras ressonâncias quanto para a duração relativa. Este estudo oferece contribuições para a pesquisa em Fonética Acústica e Fonoaudiologia.*

***Palavras-chave:** Vogais orais do português brasileiro. Fala infantil e adulta. Análise acústica.*

## Introdução

Este estudo tem como objetivo apresentar uma caracterização acústica das sete vogais orais tônicas do português brasileiro (PB). Do estudo das vogais [i, e, ε, a, o, o, u]<sup>1</sup>, propomos uma análise comparativa da fala infantil e adulta, com base nas medidas físicas de duração e frequências da primeira e segunda ressonância. Esses parâmetros se relacionam aos movimentos dos articuladores responsáveis pela produção das vogais: as frequências do primeiro e segundo formantes que dizem respeito, respectivamente, aos movimentos de elevação/abaixamento e avanço/recuo do corpo da língua (CRISTÓFARO-SILVA, 2002; ISTRE, 1983; SEARA, 2000, 2008; dentre outros).

---

<sup>1</sup> Fonte fonética utilizada: SILManuscriptIPA93.

Diversos estudos acústicos têm apresentado características universais dos sistemas vocálicos das línguas e a eles adicionam-se pesquisas que tratam daquilo que é específico de cada inventário, como por exemplo, Gordeeva *et al.* (2003) para o inglês escocês e o russo; Van Son e Pols (1990) para as vogais do holandês; Peterson e Barney (1952) para o inglês americano; Seara (2000) para o português brasileiro; Escudero *et al.* (2009) para as vogais do português brasileiro e europeu. As particularidades metodológicas e os resultados reportados por essas pesquisas têm levado a avanços no estudo acústico das vogais seja com foco em análises da qualidade acústica da vogal em diferentes estágios do desenvolvimento infantil, seja com referência ao padrão dessas vogais, se universal ou específico de uma determinada língua (ANDRADE, 2009a; BENNETT 1981; BUSBY; PLANT 1995; CUNHA, 2011; ESCUDERO *et al.* 2009; HILLEBRAND *et al.* 1995; LEE *et al.* 1999).

Hillebrand *et al.* (1995), por exemplo, reproduzindo o estudo de Peterson e Barney (1952), observaram uma tendência à centralização das vogais [i, ɪ, e, ε, æ, a, ɔ, o, u, ʊ, ʌ] do inglês americano na fala de crianças com idades entre dez e 12 anos, analisando as medidas de frequência de F1, F2 e F3. Esses parâmetros podem apresentar alterações em função da idade e gênero, estabilizando-se na idade adulta. Lee *et al.* (1999) observaram que essas diferenças nas frequências dos formantes vocálicos iniciam por volta dos 11 anos, tornando-se estáveis aos 15. Durante esse período, os autores verificaram alterações mais lineares nos formantes vocálicos dos sujeitos masculinos, enquanto, para os informantes femininos, essa tendência foi menos aparente.

Se a literatura em fonética acústica sobre a produção das vogais em outras línguas, como para o inglês, é vasta, a carência de estudos acerca da qualidade acústica das vogais do PB, especialmente para dados de fala infantil, é ainda maior. Poucas são as pesquisas que viabilizam uma análise comparativa de resultados e a contribuição mais expressiva vem dos estudos em fonoaudiologia que concentram sua investigação, sobretudo, na análise dos parâmetros de frequência fundamental, jitter e

shimmer (ANDRADE, 2009b; BEHLAU, 2001; CAPELLARI; CIELO, 2008; SADER *et al.*, 2004). Mais recentemente, estudos acústicos sobre as vogais do PB e PE (português europeu) foram realizados por Behlau (1984 *apud* 2001) e Cunha (2011).

Sobre a qualidade vocálica na fala de crianças e adultos do PB, Behlau (1984 *apud* 2001) observa um incremento na frequência do primeiro formante das vogais anteriores em direção à vogal central, porém uma redução na frequência de F1 da vogal central em direção às posteriores (/i, e, ε/</a/>/o, o, u/) e relaciona esse padrão aos ajustes articulatórios empregados na produção das vogais: abertura da mandíbula, deslocamento vertical da língua e constrição da faringe. Assim, menor abertura da mandíbula, F1 baixo; abaixamento da língua, F1 alto; estreitamento da faringe, F1 alto.

Embora a configuração articulatória para a produção das vogais não apresente diferenças significativas nas diferentes faixas etárias, os valores de frequência das primeiras ressonâncias podem apresentar variação devido às diferenças fisiológicas entre crianças e adultos. Cunha (2011) verificou essas diferenças investigando a variação acústica das vogais orais tônicas do PE com crianças de sete e dez anos de idade. De acordo com a autora, aos dez anos, sujeitos do sexo feminino apresentaram valores de formantes mais elevados do que sujeitos do sexo masculino da mesma faixa etária. Tais diferenças no padrão formântico das vogais estendem-se igualmente para o sistema vocálico de adultos, considerando as diferenças entre gêneros. Rauber (2008), analisando dados da região sul do Brasil, observou que o sistema vocálico de adultos femininos mostrou-se ligeiramente menos centralizado do que o sistema vocálico de adultos masculinos.

Além das diferenças em função da idade e gênero, diferenças em função da área dialetal também são observadas no sistema vocálico da população adulta. Moraes *et al.* (1996), comparando as vogais orais tônicas de cinco capitais brasileiras, Porto Alegre, São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador e Recife, observaram, principalmente, diferenças com relação à anteriorização e ao abaixamento da vogal alta /i/ e ao recuo e ao

abaixamento da vogal /a/. Considerando os resultados para a faixa etária de 25-35 anos<sup>2</sup> e focalizando apenas o primeiro formante (elevação/abaixamento da língua), observamos que, do conjunto das vogais altas /i, e, o, u/, Porto Alegre e Recife apresentaram o padrão mais baixo para essas vogais, se comparado às outras capitais; enquanto São Paulo apresentou o padrão mais elevado. Para as vogais baixas /ε, a, o/, Salvador apresentou o padrão mais elevado e Rio de Janeiro, o padrão mais baixo. Com relação ao segundo formante (avanço/recuo da língua), Recife, Porto Alegre e Salvador apresentaram as vogais /i, e, ε/ mais anteriores; Salvador e Rio de Janeiro apresentaram um padrão mais recuado para essas vogais. Para as vogais posteriores /o, o, u/, Recife e Porto Alegre apresentaram o padrão menos recuado (MORAES *et al.*, 1996).

Estudos sobre o padrão duracional das vogais, como também sobre aqueles que tratam dos formantes vocálicos, têm sugerido que diversos fatores podem influenciar nos seus resultados. Além do contexto de tonicidade, são fatores condicionantes a taxa de elocução, o vozeamento, a altura da vogal, e também aspectos sintáticos e semânticos, como a posição da palavra no enunciado ou a familiaridade com o vocábulo. Parece consenso na literatura que a duração intrínseca das vogais estaria relacionada à configuração articulatória do segmento – quanto maior a abertura da mandíbula para a produção da vogal, maior a duração do segmento. Assim, as vogais baixas exibem maior duração do que as suas contrapartes altas, tanto na população adulta como na população infantil (HAMEL, 1983; CUNHA, 2011; RAUBER, 2008).

Sobre o efeito da idade na duração das vogais, os estudos têm mostrado uma interação significativa em função da idade. Lee *et al.* (1999) observaram uma redução significativa na duração das vogais em crianças dos dez aos 12 anos e dos 11 aos 15 anos, porém não foram observadas diferenças significativas na duração da vogal entre os grupos acima de 12 anos,

---

<sup>2</sup> Para fins de comparação com os resultados do presente estudo, são referenciados apenas os resultados de vogais tônicas obtidos para a faixa etária de 25-35 anos (MORAES *et al.*, 1996).

corroborando outros estudos como o de Hillebrand *et al.* (1995), que observaram diferenças significativas na duração das vogais entre crianças de dez e 12 anos e adultos. Cunha (2011) observa também que o efeito da idade na duração das vogais pode ser atribuído à metodologia utilizada e à taxa de elocução. Crianças com sete anos de idade, por exemplo, apresentaram valores médios de duração significativamente superiores às crianças de dez anos de idade – resultado atribuído a menor fluência na leitura de frases das crianças mais novas (CUNHA, 2011).

O presente estudo é constituído de um experimento com as sete vogais orais tônicas do português brasileiro (PB), quais sejam, as vogais [ i, e, ε, a, o, o, u ], observando as mudanças acústicas relativas às frequências de ressonância e à duração relativa, comparando a produção de crianças e de adultos. Esse estudo insere-se no construto teórico da Fonética Acústica (FANT, 1960; KENT; READ, 1992). Para apresentar a descrição dos resultados obtidos, este artigo se divide em mais três seções: na primeira são apresentados os procedimentos metodológicos adotados; na seguinte, são descritos e discutidos os resultados obtidos nas análises propostas em função da idade e, na última, as considerações finais.

## **Metodologia**

O presente estudo faz parte do projeto de pesquisa intitulado *O detalhe fonético: análise acústica exploratória de segmentos de fala* que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria em Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina (Processo no. 2057) em conformidade com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

### *Informantes*

Para este estudo, foram selecionadas oito crianças, falantes nativas do PB, sendo quatro do sexo masculino e quatro do sexo feminino, com idades entre dez e onze anos, do ensino fundamental da rede pública da grande Florianópolis. Para a escolha desse grupo, foram considerados os critérios de apropriação do código escrito da língua materna, avaliação fonoaudiológica e indicação dos professores. Para comparação com a fala adulta, foram selecionados vinte informantes, sendo dez do sexo masculino e dez do sexo feminino, estudantes de graduação com menos de 30 anos, falantes nativos do PB.

Para a amostra de fala infantil, os experimentos de produção foram elaborados a partir da leitura de dois *corpora*: o primeiro, composto de 92 palavras, distribuídas em dissílabas, trissílabas e polissílabas, paroxítonas e proparoxítonas, que eram inseridas na frase-veículo *Digo \*baixinho*; e o segundo, a partir da leitura de um texto que continha algumas das palavras do primeiro *corpus*. Todas as ocorrências das vogais orais [i, e, ε, a, o, o, u] em contexto tônico foram coletadas. Devido ao formato dos experimentos, foram observadas diferenças com relação ao número de dados obtidos para cada uma das vogais analisadas, sendo superior para as vogais médias. Para cada sujeito foi solicitada uma produção de cada *corpus*.

A amostra de fala adulta contemplou também um experimento de fala controlada, considerando as sete vogais orais do PB inseridas na sentença-veículo *Pepe. Em pepe e pepo temos ê*, onde as vogais em destaque indicam a vogal-alvo. Dessa base de dados, foram coletadas as ocorrências das sete vogais orais [i, e, ε, a, o, o, u] em contexto tônico, totalizando 1400 dados (10 produções (2 repetições x 5 contextos consonantais) x 7 vogais x 20 informantes).

### *Etiquetagem de dados*

Foram segmentadas e etiquetadas manualmente, com o apoio do *software* Praat v. 5.2.15 (BOERSMA; WEENINK, 2012), as palavras e as vogais nelas contidas. Na segmentação, a duração das vogais foi determinada entre o primeiro e o último período regular da vogal e, nas palavras iniciadas por plosiva surda, a fase do silêncio da plosiva foi estabelecida em 40ms<sup>3</sup> iniciais até o VOT. Essa estratégia foi empregada para a extração de duração da palavra, necessária para a medida de duração relativa. Para manutenção da qualidade dos dados analisados, foram excluídas as repetições ou correções e os trechos com ruído externo.

### *Análise acústica*

A partir de um *script* do *software* Praat, foram extraídas automaticamente, as medidas de duração absoluta e frequência do primeiro e segundo formantes das vogais. Os valores de frequência dos formantes do segmento-alvo foram coletados na porção estável da vogal. Para evitarmos o efeito das diferentes taxas de elocução (velocidade de fala) dos sujeitos da presente pesquisa, utilizamos a duração relativa que é obtida a partir da relação entre a duração absoluta da vogal (*ms*) e a duração absoluta da palavra (*ms*), conforme fórmula abaixo:

$$\text{duração relativa} = (\text{duração da vogal} / \text{duração da palavra}) \times 100 (\%)$$

Tal estratégia foi utilizada para que se obtivesse o percentual de ocupação do segmento vocálico na palavra, eliminando-se, assim, diferenças relacionadas às taxas de elocução.

---

<sup>3</sup> Em Seara (2000), foram obtidas medidas da fase de oclusão de consoantes oclusivas do PB e a média desses dados correspondeu a 40 ms. Daí adotarmos esse valor neste estudo.

### Análise estatística

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa de estatística SPSS<sup>4</sup>. Dois tipos de testes não-paramétricos foram aplicados. O primeiro, o Teste de Mann-Whitney, foi utilizado para comparações entre dois grupos, sendo considerados significativos os valores de  $p$  abaixo de 0,05. O segundo, o Teste de Kruskal-Wallis (MARTINS, 2011), foi utilizado para comparações entre três ou mais grupos independentes. Quando esse teste mostrou diferenças significativas entre os grupos, para verificar onde estavam essas diferenças, foi aplicado, entre cada par de grupos, o Teste de Mann-Whitney. Para esses casos, a *Correção de Bonferroni*<sup>5</sup> foi utilizada, de forma que, quando havia 3 grupos, o valor de referência passou a ser:  $p = 0,017$ .

### Normalização de dados

Os dados foram normalizados, a partir do Método de Lobanov, que exclui diferenças fisiológicas nos valores dos formantes, mas mantém as diferenças sociolinguísticas. Como todos os métodos de normalização apresentam vantagens e desvantagens, optou-se pelo método Lobanov por sua capacidade de exclusão de diferenças fisiológicas e por sua facilidade de uso através do site: <http://ncslaap.lib.ncsu.edu/tools/norm/norm1.php>. Nesse endereço, obtêm-se gráficos dos espaços acústicos com os dados normalizados. A fórmula para a normalização é a seguinte:

$$Fn[v]N = (Fn[v] - \text{média}(n))/DP(n)$$

onde  $Fn[v]N$  é o valor normalizado para  $Fn[v]$  (isto é, para o formante  $n$  da vogal  $v$ ); *média* ( $n$ ) é o valor médio para o

---

<sup>4</sup> IBM SPSS Statistic 17.0. Polar Engineering and Consulting, copyright 1993-2007.

<sup>5</sup> A *Correção de Bonferroni* é utilizada para evitar que ocorram erros nos resultados significativos e consiste em dividir o valor do ponto de corte convencional relativo à significância ( $p = 0,05$ ) pelo número de testes adicionais aplicados na sequência de um teste de diferenças significativo que compara três ou mais grupos (MARTINS, 2011).



formante  $n$  para o falante em questão; e  $DP(n)$  é o desvio padrão para o formante  $n$  do falante.

## **Resultados**

Os resultados deste estudo são apresentados de forma a cumprir o objetivo de apresentar a análise acústica das sete vogais orais do PB produzidas pela população infantil e adulta com a finalidade de compará-las. Assim, são descritos e discutidos os resultados da análise das sete vogais orais do PB em função da idade.

### *As frequências de ressonância F1 e F2*

Iniciamos a seção com a apresentação dos resultados quantitativos dos formantes F1 e F2 das produções vocálicas da fala infantil e adulta. Para viabilizar a comparação das vogais orais em posição tônica (nosso objeto de pesquisa) sem a interferência de diferenças fisiológicas, os dados foram normalizados, segundo os procedimentos e método mostrados na Seção 2.5. As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados normalizados obtidos para sujeitos do sexo feminino e masculino de crianças e adultos.

Tabela 1 – Valores médios e desvio padrão das frequências de F1 e F2 das vogais [ i, e, ε, a, o, u ] produzidas por crianças e adultos do sexo feminino<sup>6</sup>.

Freq.	Vogal	Criança		Adulto		Teste*	
		média (DP)	(n)	média (DP)	(n)	(criança x adulto)	
F1	[ i ]	335 (28)	57	338 (30)	100	Z= -,25	p = ,804
	[ e ]	378 (21)	94	392 (19)	100	Z= -5,16	p < ,001
	[ ε ]	495 (36)	17	498 (30)	99	Z= -,71	p = ,480
	[ a ]	573 (46)	129	622 (55)	100	Z= -6,62	p < ,001
	[ o ]	500 (32)	19	520 (38)	100	Z= -2,14	p = ,032
	[ u ]	396 (26)	61	402 (23)	100	Z= -1,73	p = ,084
	[ u ]	348 (19)	24	353 (32)	100	Z= -,07	p = ,942
F2	[ i ]	1985 (98)	57	1997 (86)	100	Z= -,56	p = ,578
	[ e ]	1819 (190)	94	1893 (79)	100	Z= -2,75	p = ,006
	[ ε ]	1703 (129)	17	1804 (74)	99	Z= -3,18	p = ,001
	[ a ]	1428 (148)	129	1503 (69)	100	Z= -3,79	p < ,001
	[ o ]	1169 (138)	19	1234 (60)	100	Z= -3,19	p = ,001
	[ o ]	1147 (165)	61	1151 (44)	100	Z= -1,55	p = ,121
	[ u ]	1011 (132)	24	1134 (87)	100	Z= -4,57	p < ,001

As bases anatômicas e fisiológicas da laringe infantil são relativamente pouco conhecidas se comparadas às bases da laringe adulta. No entanto, sabe-se que a laringe infantil não corresponde a uma miniatura da laringe do adulto, uma vez que as diferenças entre elas não se restringem apenas ao tamanho. O tamanho e o formato do trato vocal são fatores determinantes das características do som a ser emitido e dependem diretamente da idade e sexo. O trato vocal infantil é mais curto do que o trato vocal do adulto e, assim como nos adultos, observa-se uma diferença nas medidas de comprimento se considerado o sexo da criança. Tendo como referência o trato vocal adulto masculino, o trato infantil (aos oito anos) apresenta, em média, medidas 25% e 42% menores, para meninos e meninas, respectivamente. Dessa forma, as frequências dos formantes são mais agudas em crianças

<sup>6</sup> Teste de Mann-Whitney - entre os grupos (crianças e adultos). *Legenda*: DP = desvio padrão; n= número de dados; Z= valor do teste estatístico; p = nível de significância; resultados significativos em negrito ( $p < ,05$ ).

do que em adultos, e mais agudas em meninas do que em meninos (BEHLAU, 2001).

Tabela 2 – Valores médios e desvio padrão das frequências de F1 e F2 das vogais [i, e, ε, a, o, u] produzidas por crianças e adultos do sexo masculino<sup>7</sup>.

Freq.	Vogal	Criança		Adulto		Teste*	
		média (DP)	(n)	média (DP)	(n)	(criança x adulto)	
	[i]	330 (36)	51	337 (17)	100	Z = -1,09	p = ,272
	[e]	383 (27)	93	389 (23)	100	Z = -1,87	p = ,062
	[ε]	499 (35)	17	502 (35)	100	Z = -,59	p = ,557
<b>F1</b>	[a]	572 (44)	127	620 (48)	100	Z = -7,22	p < ,001
	[o]	494 (23)	18	520 (53)	100	Z = -2,55	p = ,011
	[o]	388 (26)	60	402 (27)	100	Z = -3,37	p = ,001
	[u]	351 (23)	25	355 (17)	100	Z = -,37	p = ,711
	[i]	2005(147)	51	2005(106)	100	Z = -,67	p = ,504
	[e]	1850 (138)	93	1896(106)	100	Z = -2,01	p = ,044
	[ε]	1703 (94)	17	1779 (96)	100	Z = -2,67	p = ,008
<b>F2</b>	[a]	1385 (121)	127	1478 (100)	100	Z = -5,93	p < ,001
	[o]	1131 (98)	18	1235 (78)	100	Z = -4,30	p < ,001
	[o]	1147 (165)	61	1151 (44)	100	Z = -1,55	p = ,121
	[u]	1011 (132)	24	1134 (87)	100	Z = -4,57	p < ,001

Os resultados (TABELAS 1 e 2) mostraram que os valores médios das frequências obtidos para o conjunto de dados de crianças e adultos tanto femininos quanto masculinos apresentaram diferenças estatísticas recorrentes relacionadas ao primeiro e segundo formantes das vogais baixas [a], médias posteriores [o] e anteriores [e] (nesse caso, levando em conta o valor marginal apresentado para as diferenças de F1 referente ao sexo masculino:  $p=0,062$ ). Outra observação relevante é que, diferentemente do que acontece com dados não normalizados,

<sup>7</sup> Teste de Mann-Whitney - entre os grupos (crianças e adultos). *Legenda:* DP = desvio padrão; n= número de dados; Z= valor do teste estatístico; p = nível de significância; resultados significativos em negrito ( $p < ,05$ ).

apresentados na literatura da área<sup>8</sup> (BUSBY; PLANT, 1995, por exemplo), as diferenças entre os dados normalizados apresentaram, recorrentemente, valores mais elevados para os adultos do que para as crianças. Assim, os adultos produziram as vogais baixas mais baixas e menos centralizadas do que as produzidas pelas crianças; as médias-baixas posteriores [ɔ] foram produzidas mais baixas e mais centralizadas; e as médias-altas anteriores [e], menos altas e mais anteriores (cf. FIGURAS 1 e 2).

Outro dado interessante é que, se considerarmos as diferenças marginais encontradas para F1, nos dados de produção da vogal [o] para o feminino ( $p=0,084$ ) e de [e] para o masculino ( $p=0,062$ ), verificamos que os resultados referentes ao fator idade mostram diferenças bastante consistentes. Para a primeira ressonância (F1), foram observadas diferenças relevantes para todas as vogais, à exceção das altas anterior e posterior. Para a segunda ressonância (F2), foram verificadas diferenças para todas as vogais, à exceção das altas anteriores. Em todos esses casos, verificamos que os valores mais elevados foram produzidos pelos sujeitos adultos. Esses resultados são contrários aos apresentados na literatura. No entanto, deve-se tomar essa conclusão ainda com cautela por conta do número reduzido da amostra para algumas das vogais.

Considerando que os dados aqui apresentados foram normalizados, minimizando, dessa forma, os efeitos de fatores fisiológicos que diferenciariam as produções de crianças e adultos, os resultados parecem ratificar um período de refinamento articulatório já observado por Cristofolini (2013) em dados de fala de crianças de 6 a 12 anos. Uma análise qualitativa das produções dessas crianças mostrou características acústicas não habituais relacionadas a segmentos consonantais. O percentual de ocorrência dessas características na fala parece diminuir gradativamente com o avanço da idade (34% referentes

---

<sup>8</sup> Busby e Plant (1995) verificaram que, para as vogais do inglês australiano em sílaba tônica, as medidas de F1, F2 e F3 apresentaram uma redução em função da idade para todas as vogais analisadas, isto é, quanto mais velhos os informantes menores os valores dessas frequências.

ao grupo de 6 anos de idade, 25% ao grupo de 8 anos, 18% ao grupo de 10 anos, 15% ao grupo de 12 anos, 8% referentes ao grupo adulto ( $p = 0,0420$ )).

Assim, podemos inferir que as diferenças de altura (F1) e avanço e recuo de língua (F2) entre adultos e crianças (TABELAS 1 e 2) parecem justificadas por esse período de refinamento articulatório, que estaria presente também na produção de vogais. Verificamos, no entanto, mais diferenças estatisticamente relevantes com respeito a F2 do que a F1, conforme Tabelas 1 e 2. Estudos têm mostrado que a menor variação com relação ao parâmetro de altura de língua indica que a precisão do movimento de mandíbula é atingida mais cedo (VORPERIAN; KENT, 2007), corroborando as diferenças menos evidentes para o parâmetro F1 observadas entre adultos e crianças nos dois sexos para o presente estudo.

Nas Figuras 1 e 2, podem ser observadas a dispersão e a média dos dados normalizados no espaço acústico vocálico de adultos e crianças do sexo feminino e masculino, respectivamente.

Figura 1 – Produções adultas (cinza) e infantis (preto) do sexo feminino no espaço acústico F1-F2: (a) dispersão dos dados; (b) média dos dados

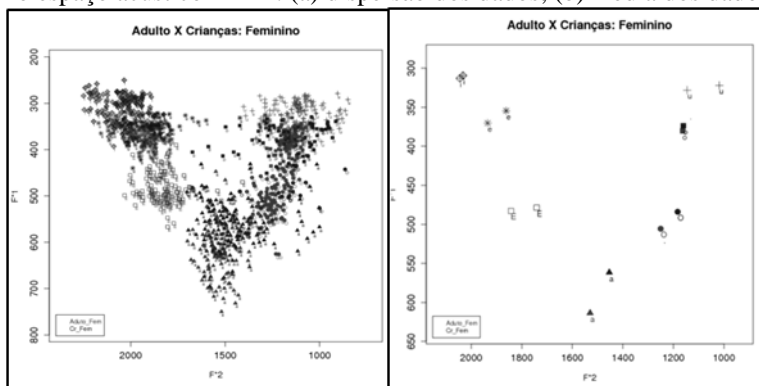
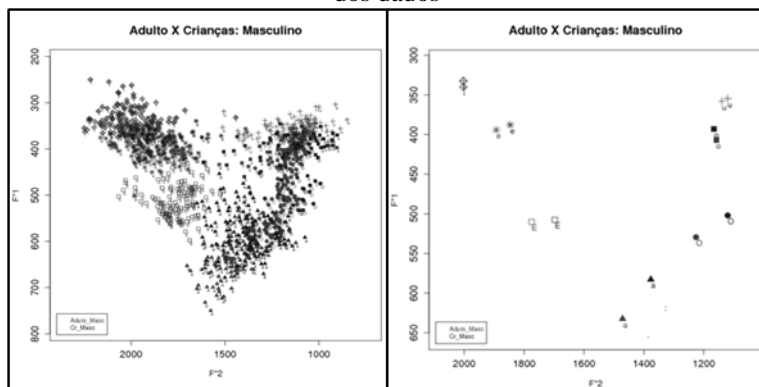


Figura 2 – Produções adultas (cinza) e infantis (preto) do sexo masculino no espaço acústico F1-F2: (a) dispersão dos dados; (b) média dos dados



Reiteramos, aqui, a necessidade de investigação com base em dados normalizados, uma vez que, dessa forma, focalizamos apenas as diferenças linguísticas, caso existam.

### *A duração relativa*

Do conjunto de parâmetros avaliados, os resultados da análise de duração relativa das vogais orais do PB em contexto tônico são descritos nas Tabelas 3 e 4, que apresentam os valores médios de duração relativa (%) e desvio padrão das vogais tônicas obtidos para crianças e adultos do sexo feminino e masculino. O padrão duracional exibe um movimento ascendente das vogais altas em direção à vogal baixa, para os dois grupos de sujeitos, indicando um ligeiro aumento em duração das vogais baixas em relação às vogais altas. Esses resultados vão ao encontro dos achados reportados por Hamel (1983), Rauber (2008) e Cunha (2011) que observaram valores mais elevados de duração para as vogais baixas na produção de adultos e crianças.

Tabela 3 – Valores médios e desvio padrão da duração relativa (%) das vogais [i, e, ε, a, o, o, u] produzidas por crianças e adultos do sexo feminino e comparação entre esses grupos para cada vogal em separado<sup>9</sup>

Duração	Vogal	Criança		Adulto		Teste*	
		média (DP)	(n)	média (DP)	(n)	(criança x adulto)	
	[i]	18 (8)	57	40 (19)	100	Z = -7,73	p < ,001
	[e]	19 (8)	94	45 (19)	100	Z = -10,33	p < ,001
	[ε]	22 (9)	17	49 (19)	100	Z = -5,50	p < ,001
Dur.Rel.	[a]	24 (9)	129	50 (19)	100	Z = -10,67	p < ,001
	[o]	24 (6)	19	49 (20)	100	Z = -5,12	p < ,001
	[o]	19 (8)	61	46 (19)	100	Z = -8,82	p < ,001
	[u]	17 (6)	24	42 (21)	100	Z = -6,16	p < ,001

Tabela 4 – Valores médios e desvio padrão da duração relativa (%) das vogais [i, e, ε, a, o, o, u] produzidas por crianças e adultos do sexo masculino e comparação entre esses grupos para cada vogal em separado<sup>10</sup>

Duração	Vogal	Criança		Adulto		Teste*	
		média (DP)	(n)	média (DP)	(n)	(criança x adulto)	
	[i]	18 (8)	51	40 (18)	100	Z = -7,51	p < ,001
	[e]	20 (5)	93	42 (17)	100	Z = -9,93	p < ,001
	[ε]	25 (8)	17	45 (17)	100	Z = -4,76	p < ,001
Dur.Rel.	[a]	26 (6)	127	46 (18)	100	Z = -9,36	p < ,001
	[o]	25 (4)	18	47 (18)	100	Z = -4,93	p < ,001
	[o]	21 (7)	60	43 (19)	100	Z = -7,64	p < ,001
	[u]	15 (5)	25	42 (18)	100	Z = -6,97	p < ,001

Sobre o efeito da idade na duração das vogais, os resultados obtidos confirmam a interação significativa em função desse fator, tanto para o grupo de sujeitos femininos (TABELA

<sup>9</sup> Teste de Mann-Whitney - entre os grupos (crianças e adultos). *Legenda:* DP = desvio padrão; n= número de dados; Z= valor do teste estatístico; p = nível de significância; resultados significativos em negrito (p < ,05).

<sup>10</sup> Teste de Mann-Whitney - entre os grupos (crianças e adultos). *Legenda:* DP = desvio padrão; n= número de dados; Z= valor do teste estatístico; p = nível de significância; resultados significativos em negrito (p < ,05).

3) quanto para o grupo de sujeitos masculinos (TABELA 4). Esses resultados corroboram os achados reportados por Lee *et al.* (1999) que observaram o efeito significativo da idade na duração das vogais entre grupos de 15 anos de idade e adultos. Segundo os autores, o padrão duracional atinge o valor mínimo por volta dos 15 anos de idade, quando é possível observar um incremento gradual na duração das vogais em direção à fase adulta.

Hillebrand *et al.* (1995) também observaram diferenças significativas na duração das vogais entre crianças e adultos. Porém, diferentemente do presente estudo, os autores verificaram que as vogais produzidas por crianças exibiram maior duração se comparadas às vogais produzidas pelos adultos; também notaram diferenças significativas entre homens e mulheres que, segundo os autores, não eram esperadas. Salientamos, no entanto, que as análises realizadas por esses autores basearam-se em dados absolutos de duração, sujeitos às diferenças nas taxas de elocução dos participantes da pesquisa.

### **Considerações finais**

Propusemos, neste estudo, uma caracterização acústica das sete vogais orais tônicas do português brasileiro produzidas por crianças e adultos com base em F1, F2 e duração relativa para verificação de diferenças relacionadas ao fator idade.

Restringindo as diferenças fisiológicas e considerando apenas as diferenças linguísticas entre crianças e adultos, ratificamos uma tendência, já descrita na literatura, sugerindo uma redução nas frequências de ressonância para todas as vogais analisadas em função da idade. Em relação à duração relativa, verificamos que, na comparação das vogais produzidas por crianças com as vogais produzidas por adultos, os resultados também mostraram diferenças estatísticas significativas em função da idade, sugerindo um incremento no padrão duracional na idade adulta.

Acreditamos que a normalização de dados e a facilidade de uso dessas metodologias - disponíveis livremente - levarão outros estudiosos a trabalharem com dados isentos das diferenças



fisiológicas ou da taxa de elocução dos sujeitos, focalizando, dessa forma, as características linguísticas, o que se buscou com esta análise.

O presente estudo, uma análise comparativa das vogais produzidas por crianças e adultos, colabora com a pesquisa em Fonética Acústica das vogais orais do PB, oferecendo também subsídios para estudos em Fonoaudiologia.

## Referências

ANDRADE, Flávia V. de. Análise de parâmetros espectrais da voz em crianças saudáveis de 4 a 8 anos. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) – Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro, 2009a.

ANDRADE, Danieli V. de. Análise de parâmetros espectrais clássicos da voz em crianças respiradoras orais de 5 a 10 anos. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) – Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro, 2009b.

BEHLAU, Mara. *Voz: o livro do especialista*. Vol. 1. Rio de Janeiro: REVINTER, 2001.

BENNETT, Suzanne. Vowel formant frequency characteristics of preadolescent males and females. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 69, n. 1, p. 231-238, 1981.

BOERSMA, Paul; WEENINK, David. PRAAT: doing phonetics by computer (Version 5.2.15). Disponível em: [www.fon.hum.uva.nl/praat](http://www.fon.hum.uva.nl/praat). Acesso em: 10 mar. 2012.

BUSBY, Peter. A.; PLANT, G. L. Formant frequency values of vowels produced by preadolescent boys and girls. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 97, n. 4, p. 2603-2606, 1995.

CAPELLARI, Viviane. M. de; CIELO, Carla. A. Características vocais acústicas de crianças pré-escolares. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, v. 74, n. 2, p. 265-272, 2008.

CRISTÓFARO-SILVA, Thaís. *Fonética e fonologia do português: roteiro de estudos e guia de exercícios*. 6. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

CRISTOFOLINI, Carla. Gradiência na fala infantil: caracterização de segmentos plosivos e fricativos e evidências de um “período de refinamento articulatório”. 2013. 295 f. Tese (Doutorado em Linguística) – Programa de Pós-Graduação em Linguística, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

CUNHA, Maria. M. M. de. Variação acústica das vogais orais de crianças do português europeu. 2011. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Fala e da Audição) – Universidade de Aveiro, Portugal, 2011.

ESCLUDERO, Paola; BOERSMA, Paul; RAUBER, Andréia S.; BION, Ricardo A. H. A cross-dialect acoustic description of vowels: Brazilian and European Portuguese. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 126, n. 3, p. 1379-1393, 2009.

FANT, Gunnar. Acoustical theory of speech production. The Hague: Mouton, 1960.

GORDEEVA, Olga; MENNEN, Ineke; SCOBIE, James M. Vowel duration and spectral balance in Scottish English and Russian. In: *International Congress of Phonetic Sciences*, 15., 2003, Barcelona. *Proceedings...* Barcelona, 2003, p. 3193-3195.

HAMEL, Patricia. J. Brazilian Portuguese stressed vowels: a durational study. *Kansas Working Papers in Linguistics*, v. 8, n. 1, p. 31-46, 1983.

HILLEBRAND, James; GETTY, Laura A.; CLARK, Michael J.; WHEELER, Kimberlee. Acoustic characteristics of American English vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 97, n. 5, p. 3099-3111, 1995.

ISTRE, Giles. *Fonologia transformacional e natural: uma introdução crítica*. Florianópolis: NEL/SC, 1983, p. 37-72.

KENT, Raymond; READ, Charles. The acoustic analysis of speech. Singular Publish Group, Inc., 1992.

LEE, Sungbok; POTAMIANOS, Alexandros; NARAYANAN, Shrikanth. Acoustics of children’s speech: developmental changes of temporal and spectral parameters. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 105, n. 3, p. 1455-1468, 1999.

MARTINS, Carla. *Manual de análise de dados quantitativos com recurso ao IBM SPSS*. Braga. Psiquilibríos Edições, 2011.

MORAES, João. A.; CALLOU, Dinah.; LEITE, Yonne. O sistema vocálico do português do Brasil: caracterização acústica. In: KATO, Mary (Org.). *Gramática do Português Falado 5*. Campinas: Editora da Unicamp, 1996. p. 33-53.

PETERSON, Gordon. E.; BARNEY, Harold. L. Control methods used in a study of the vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 24, n. 2, p. 175-184, 1952.

RAUBER, Andréia S. An acoustic description of Brazilian Portuguese oral vowels. *Diacrítica*, Ciências da Linguagem, v. 22, n. 1, p. 229-238, 2008.

SADER, Renata C. M.; HANAYAMA, Eliana M. Considerações teóricas sobre a abordagem acústica da voz infantil. *Revista CEFAC*, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 312-318, 2004.

SEARA, Izabel. C. Estudo acústico-perceptual da nasalidade das vogais do português brasileiro. 2000. 271 f. Tese (Doutorado em Linguística) – Programa de Pós-Graduação em Linguística, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SEARA, Izabel C.; LAZZAROTTO-VOLCÃO, Cristiane; NUNES, Vanessa G. *Fonética e Fonologia do Português Brasileiro*. Florianópolis: LLV/CCE/UFSC, 2008.

VAN SON, Rob. J. J. H.; POLS, L. C. W. Formant frequencies of Dutch vowels in a text, read at normal and fast rate. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 88, p. 1683-1693, 1990.

VORPERIAN, Houri K.; KENT, Ray D. Vowel acoustic space development in children: a synthesis of acoustic and anatomic data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, v. 50, p. 1510-1545, 2007.

Recebido em 1º de março de 2013  
e aceito em 2 de maio de 2013.

**Title:** *Brazilian Portuguese oral vowels: acoustic analysis of child and adult speech*

**Abstract:** *The aim of this study was to present an acoustic analysis of Brazilian Portuguese stressed oral vowels in both child and adult speech, regarding F1, F2 and relative duration. In order to avoid physiological differences between children and adult productions, data were normalized using the Lobanov method. Normalized data of the seven oral vowels were analyzed according to age. Results showed significant differences among the vowels produced by children and those produced by adults regarding F1 and F2 as well as relative duration. Contributions to Acoustic Phonetics and Speech Therapy research are expected from the present study.*

**Keywords:** *Brazilian Portuguese oral vowels. Child and adult speech. Acoustic analysis.*