

Artigo Original
Original Article

Luciana da Silva Barberena¹ 

Caroline Rodrigues Portalete¹ 

Denis Altieri de Oliveira Moraes¹ 

Larissa Cristina Bert² 

Márcia Keske-Soares¹ 

Movimentos de língua na produção do /l/ em crianças com e sem distúrbios dos sons da fala em diferentes faixas etárias

Tongue movements in the production of /l/ in children with and without speech sound disorders in different ages

Palavras-chave

Distúrbios dos Sons da Fala
Avaliação
Ultrassonografia
Testes de Articulação da Fala
Fala

Keywords

Speech Sound Disorders
Assessment
Ultrasonography
Speech Articulation Tests
Speech

RESUMO

Objetivo: este estudo utilizou a ultrassonografia dos movimentos de língua e modelos dinâmicos de produção de fala para caracterizar os gestos articulatórios na produção do /l/ no Português Brasileiro (PB) em diferentes faixas etárias, comparando-os entre crianças típicas e atípicas. **Método:** a amostra foi constituída por 30 crianças típicas e 30 atípicas, com idades entre 4 e 8 anos, submetidas a avaliações fonoaudiológica e ultrassonográfica. A avaliação foi realizada mediante gravação da produção de palavras com o som /l/ nos contextos vocálicos de /a/, /i/ e /u/, com seis repetições de cada palavra. O *software* utilizado foi o *Articulate Assistant Advanced* (AAA). Para as análises quantitativas foram considerados: os 42 pontos que interceptaram as curvas de língua em cada imagem para descrição dos gestos articulatórios; o cálculo das linhas médias de cada curva e os intervalos de confiança entre os grupos; e o cálculo das diferenças entre as curvas médias dos contornos de língua de acordo com a faixa etária. **Resultados:** houve elevação de ponta de língua e retração de dorso e raiz na articulação do /l/. As crianças típicas, independentemente da idade, apresentaram maior refinamento dos gestos articulatórios de língua do que as atípicas. Nas crianças mais velhas, houve maior delimitação nos contornos médios de língua desde a ponta até a raiz. **Conclusão:** a ultrassonografia dos movimentos de língua é uma importante ferramenta para a caracterização dos gestos articulatórios do /l/, para diferenciação entre as produções típica e atípica deste som, e observação do desenvolvimento dos gestos articulatórios.

ABSTRACT

Purpose: this study used the ultrasonography of the tongue movements and the dynamic models of speech production to characterize the articulatory gestures of in the production of /l/ at the Brazilian Portuguese in different age groups, comparing them between typical and atypical children. **Methods:** the sample consisted of 30 typical and 30 atypical children between ages of four and eight-years-old, who underwent speech-language and ultrasonographic evaluations. The evaluation was realized by recording words reproduction with the sound /l/ and the following vocalic contexts: /a/, /i/ and /u/, repeating six times for each word. The software for recording and analysis was *Articulate Assistant Advanced* (AAA). The quantitative analysis considered the 42 points that intercepted the tongue curves in each image to describe the articulatory gestures; the estimation of the mean lines of each curve and the confidence intervals between typical and atypical children groups; and the differences between the mean tongue contours curves according to age group. **Results:** the results presented a tongue tip elevation and dorsal and root retraction in /l/. Typical children, regardless of age, showed a greater refinement of articulatory tongue gestures than the atypical ones. In older children, there was more delimitation in the mean tongue contours from the tongue tip to the root. **Conclusion:** the ultrasonography of the tongue movements is a substantial implement to characterize the articulatory gestures of /l/, to the differentiation between typical and atypical productions in this sound, and observation of the development of the articulatory gestures.

Endereço para correspondência:

Luciana da Silva Barberena. Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima 1000. Prédio 26, sala 1432. Camobi. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
CEP: 97105900
E-mail: lucianabarberena@hotmail.com

Recebido em: Agosto 20, 2019.

Aceito em: Outubro 29, 2019.

Instituição onde o trabalho foi realizado: Departamento de Fonoaudiologia. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

² Universidade Estadual Paulista – Campus Marília, Marília, SP, Brasil.

Conflito de interesses: nada a declarar.

Fontes de financiamento: nada a declarar.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

INTRODUÇÃO

A aquisição fonológica de uma língua está atrelada ao desenvolvimento neuropsicomotor, o qual determina o refinamento e a coordenação dos gestos articulatórios de língua no transcorrer do tempo. A criança gradativamente evolui suas capacidades físicas, cognitivas e sócio-emocionais, conforme a maturação e a estimulação adequada do ambiente, tanto familiar quanto escolar⁽¹⁾.

A imaturidade, estimulação inadequada e outros fatores biopsicossociais podem estar associados a prejuízos no desenvolvimento da linguagem, tais como os Distúrbios dos Sons da Fala (DSF). A presença de DSF interfere no desenvolvimento da linguagem, frequentemente no nível linguístico-fonológico e nos diferentes níveis de produção da fala⁽²⁾.

Nos DSF de nível fonológico, a criança apresenta erros de omissões, substituições e distorções dos sons, em que cada classe de sons é adquirida em um momento diferente do desenvolvimento. Na aquisição fonológica, as consoantes líquidas do Português Brasileiro (PB) /l/, /ʎ/, /R/ e /r/ pertencem à classe de aquisição mais tardia do desenvolvimento típico da fala e são as que mais dificuldades oferecem às crianças com DSF⁽³⁾. Especialmente no som /l/, o primeiro da aquisição da classe das líquidas, observam-se dois gestos articulatórios distintos de língua, enquanto que no /r/ há também dois gestos distintos de língua, porém neste há maior constrição de ponta e retração de raiz⁽⁴⁾.

No estudo da aquisição fonológica torna-se necessário considerar que os segmentos de uma língua devem ser vistos tanto pela ótica implementacional, mecânica, quanto pela ótica da natureza gradiente dos processos⁽⁵⁾. Assim sendo, contrapondo-se aos modelos fonológicos estáticos, surgiram modelos dinâmicos de produção da fala, como é o caso da Fonologia Articulatória (FAR)⁽⁶⁻⁹⁾, posteriormente denominada, no Brasil, Fonologia Gestual (FonGest)⁽¹⁰⁾. Esses modelos, aliados aos métodos instrumentais de avaliação, como a ultrassonografia dos movimentos de língua, possibilitaram realizar estudos articulatórios e acústicos mais precisos, bem como documentar fatos fônicos inéditos⁽⁹⁾.

O primitivo de análise da FAR é o gesto articulatório. Esses gestos articulatórios são, ao mesmo tempo, unidades fonológicas (cognitivas), dotados de unidades de ação articulatória (física) e dinamicamente especificados. Os modelos dinâmicos procuram desvendar a inexistente ruptura entre a fonética e a fonologia e interpretam fenômenos na fala infantil que podem ser esclarecidos por instrumentos, como a ultrassonografia (USG) dos movimentos de língua^(9, 11, 12, 13).

A importância desse tipo de investigação científica está na possibilidade de observação direta dos articuladores, onde a composição gestual é contrastada, como a ausência de um dado gesto ou as diferenças de parâmetros entre os gestos, tais como grau e local de constrição. Através da USG dos movimentos de língua, há a tradução direta da dinâmica no simbólico e a previsão dos estados intermediários entre os sons, como a duração e magnitudes dos gestos de língua⁽⁵⁾.

Este estudo utiliza como ferramenta a USG dos movimentos da língua para análise da fala sob a hipótese de que tais gestos articulatórios apresentam maior refinamento articulatório entre crianças típicas e atípicas mais velhas, de 6 a 8 anos, em relação àquelas de 4 a 6 anos de idade, por considerar que irão aperfeiçoar o gesto pelos efeitos da maturação, idade e demais fatores ambientais.

O objetivo desta pesquisa é caracterizar os gestos articulatórios de língua na produção da consoante /l/ no PB em diferentes faixas etárias, comparando-os entre crianças típicas e crianças com diagnóstico de DSF (atípicas).

MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa experimental, prospectiva, quantitativa e descritiva. Os participantes da pesquisa foram crianças com aquisição e desenvolvimento adequado da fala/ linguagem, denominadas crianças típicas (CT), e crianças com alteração no sistema de sons da fala, caracterizadas como crianças atípicas (CA). A idade de 6 anos foi escolhida como ponto de corte entre os dois grupos (CA e CT) por coincidir com o início do processo de alfabetização (1ª série do ensino fundamental). Supõe-se que o ensino formal enfatize a consciência da relação “som-letra”, o que influenciaria no refinamento do gesto articulatório.

Esta pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa da instituição de ensino sob nº 442.786, de acordo com a Resolução 466/12. Todos os participantes foram selecionados por conveniência, e os responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

As avaliações da linguagem e fala, da audição e as ultrassonográficas foram realizadas na clínica escola de uma instituição de ensino superior. Para a constituição dos grupos de pesquisa foram realizadas, primeiramente, as seguintes avaliações: exame articulatório; de motricidade orofacial e funções neurovegetativas⁽¹⁴⁾; da linguagem compreensiva e expressiva com sequencialização e narração de fatos⁽¹⁵⁾; triagem auditiva com audiômetro portátil em ambiente silencioso para as frequências de 500 Hz a 6000 Hz, a 20 dB; e avaliação fonológica para todas as crianças⁽¹⁵⁾.

Após as avaliações iniciais, estabeleceram-se os seguintes critérios de inclusão para participar da pesquisa, tanto para CA quanto para CT: ser falante monolíngue do PB; não ter recebido tratamento fonoaudiológico prévio ou no momento do início da pesquisa; possuir audição normal em ambas as orelhas; não apresentar queixas de otites médias crônicas; possuir desenvolvimento da linguagem expressiva e compreensiva apropriado à idade mental, sem queixas relacionadas à aprendizagem; e frequentar o jardim de infância, pré-escola ou séries iniciais do ensino fundamental.

Foram avaliadas 60 crianças, sendo 30 CT e 30 CA. Todas as CT apresentaram o som /l/ estabelecido na produção da fala. Das 30 CA, apenas duas apresentaram o som /l/ parcialmente-adquirido e não adquirido, e as demais 28 CA apresentaram o

som /l/ adquirido, porém com alteração em outros sons. Desse modo, foram constituídos dois grupos:

Grupo CA: 30 crianças atípicas (com diagnóstico de DSF) com idades entre 4 e 8 anos, sendo 14 com idades inferiores a 6 anos e 16 com idades superiores a 6 anos, sendo que 28 produziam adequadamente o som /l/.

Grupo CT: composto por 30 crianças com desenvolvimento típico de fala, pareadas quanto à idade em relação ao GCA.

Para os dois grupos foram gravadas imagens da USG da língua durante a produção da fala, realizadas individualmente, durante 30 minutos aproximadamente, em uma única sessão.

Cada participante deveria estar sentado confortavelmente no interior de uma cabine acústica, com os pés apoiados no chão, coluna ereta, utilizando o capacete estabilizador de sonda (*Articulate Instruments*) que acompanha o *software Articulate Assistant Advanced (AAA)*. A sonda ultrassonográfica foi fixada externamente abaixo da mandíbula, no assoalho da boca, cuja estabilidade foi garantida pelo capacete estabilizador. Na sonda foi utilizado gel transdutor, o que possibilitou a captação e visualização das imagens do contorno da língua, utilizada a frequência de 5.0 MHz. A 10 cm da boca do paciente, foi posicionado o microfone unidirecional SHURE.

Para a análise das imagens de língua, o plano sagital/Modo B foi escolhido por permitir a visualização da língua, desde a raiz até a ponta. As imagens foram capturadas, registradas e analisadas com o uso do *software AAA*⁽¹⁷⁾.

Os participantes foram orientados a falar uma mesma frase com palavras que continham o som /l/. Todas as palavras foram representadas em figuras, apresentadas isoladamente e inseridas na frase: “fala __palavra-alvo__ de novo”, na ordem apresentada na Tabela 1. Para cada participante foram gravadas seis repetições sequenciais de cada palavra, seguindo sempre a mesma ordem, na mesma frase-veículo.

Após as gravações das imagens, foi traçado o contorno da língua de cada participante, em cada repetição, na imagem referente à elevação máxima da área anterior da língua no som /l/ (*frame*). Os sons foram identificados pela espectrografia da fala, pela análise simultânea do áudio e vídeo, devidamente sincronizados pelo recurso do *software*.

Após a seleção da imagem (*frame*), foi escolhido o mesmo ângulo do leque (*fan*) para todos os participantes (120°, disponível no próprio *software* para o ultrassom DP6600). O leque possui 42 raios que se projetam sobre a imagem. Os raios que atingem a imagem do contorno da língua são constituídos de valores (pontos de intersecção) que correspondem às distâncias (em mm), desde o início de cada raio, na base do leque, até a curva da língua.

Dessa forma, os pontos válidos, ou seja, aqueles que interceptaram cada curva de língua, em cada repetição, foram copiados da área de trabalho do *software* para uma planilha contendo 42 colunas (enumeradas de 0 a 41). Para a compreensão quanto às delimitações das regiões de língua constantes nas imagens, podem-se inferir, aproximadamente, três regiões, sendo: anterior (que compreende também a ponta), entre as *splines* 28 e 42; média, entre as *splines* 14 e 28; e posterior (que

compreende também a raiz da língua), entre as *splines* 1 e 14. Para este estudo, é possível demarcar regiões aproximadas, de forma subjetiva, considerando-se que, para cada participante, há variações dependentes do posicionamento da sonda na região submandibular. Destaca-se, porém, que somente os pontos válidos (100% de concordância entre a marcação do contorno da superfície de língua e a imagem) foram preenchidos para cada participante, na repetição para cada palavra. Foram constituídas duas planilhas no programa Excel referentes aos participantes em cada grupo (GCA e GCT).

Após a constituição das planilhas, os dados de cada grupo foram exportados para a ferramenta estatística R. No ambiente R foram calculados os valores médios dos contornos de língua nas repetições de cada palavra por grupos e os respectivos intervalos de confiança em torno de cada um dos valores médios. Os intervalos foram obtidos com 95% de confiança em torno de cada um dos pontos médios das curvas de língua (*splines*) e representam as variações mínimas e máximas permitidas para cada gesto de língua.

Após essa etapa, foram também verificadas as regiões com diferenças significativas (p -valor < 0,05), entre os grupos de GCT e GCA, através da análise do intervalo de 95% de confiança para a diferença média entre os contornos de língua dentro de cada agrupamento de idade, aplicando-se o teste *t de Student*. As regiões que apresentaram diferenças significativas entre os gestos de língua produzidos pelos grupos foram aquelas que não contiveram a linha horizontal referente ao valor zero. Nesse contexto, quando um dos limites do intervalo, o mínimo ou o máximo, para uma dada *spline*, ultrapassa a linha, representando a hipótese de diferença nula, é dito que, naquela região, existe diferença significativa entre os gestos de língua produzidos pelos dois grupos.

A Tabela 1 apresenta as palavras com /l/ em sílaba tônica, considerando-se os contextos vocálicos seguintes com as vogais /a/, /i/ e /u/.

Tabela 1. Palavras com /l/ considerando-se os diferentes contextos vocálicos seguintes às vogais /a/, /i/ e /u/

[sa.'la.da] (LA)	/l/	/a/
[fa.'li.da] (LI)	/l/	/i/
[ka.be.'lu.du] (LU)	/l/	/u/

RESULTADOS

As Tabelas 2 e 3 contêm os limites do contorno médio dos gestos por *spline* (limite superior – LS e limite inferior – LI), calculados para todas as crianças nas faixas etárias de 4 a 6 anos e de 6 a 8 anos. A estatística utilizada foi o teste *t de Student* com o respectivo p -valor associado. Nota-se que, nas regiões onde os intervalos mínimos ou máximos ultrapassam a linha do valor zero, os p -valores para a diferença entre os grupos é significativo ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Limites superior e inferior do contorno médio dos gestos articulatorios por *spline* para todas as crianças na faixa etária de 4 a 6 anos

<i>spline</i>	LA		LI				LU					
	LInf	LSup	t	p-valor	LInf	LSup	t	p-valor	LInf	LSup	t	p-valor
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-15,02	1,66	-2,39	0,087	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-12,83	-0,83	-3,02	0,033	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-9,95	-0,68	-2,53	0,028	-	-	-	-	-7,00	0,62	-1,84	0,092
7	-8,84	0,81	-1,85	0,094	-7,45	2,35	-1,22	0,260	-6,39	1,23	-1,46	0,167
8	-8,47	0,46	-1,94	0,075	-13,88	9,41	-0,79	0,508	-9,92	1,05	-1,75	0,104
9	-7,35	2,98	-0,92	0,374	-7,49	2,21	-1,19	0,259	-8,89	1,97	-1,36	0,194
10	-7,90	2,51	-1,12	0,283	-9,08	0,27	-2,00	0,063	-9,33	1,47	-1,54	0,142
11	-7,09	2,78	-0,93	0,366	-9,04	-0,46	-2,32	0,032	-9,28	1,16	-1,64	0,120
12	-6,77	2,01	-1,13	0,271	-8,08	0,17	-2,01	0,059	-8,39	2,59	-1,11	0,281
13	-6,13	2,24	-0,97	0,344	-8,51	-0,33	-2,25	0,035	-7,71	2,20	-1,15	0,262
14	-5,55	2,76	-0,70	0,492	-8,58	-0,63	-2,40	0,025	-6,76	2,79	-0,86	0,397
15	-5,01	3,10	-0,49	0,629	-9,26	-1,14	-2,64	0,014	-5,97	2,84	-0,73	0,470
16	-4,30	3,51	-0,21	0,835	-9,27	-1,40	-2,79	0,010	-5,29	3,14	-0,53	0,604
17	-3,76	3,89	0,04	0,971	-9,14	-1,12	-2,64	0,014	-4,46	3,64	-0,21	0,836
18	-3,28	4,07	0,22	0,827	-9,08	-0,72	-2,42	0,024	-3,97	4,02	0,01	0,990
19	-2,96	4,11	0,34	0,738	-9,01	-0,27	-2,20	0,039	-3,53	4,29	0,20	0,842
20	-2,79	4,01	0,37	0,715	-8,77	0,21	-1,98	0,061	-3,17	4,50	0,36	0,723
21	-2,82	3,77	0,30	0,769	-8,34	0,70	-1,76	0,093	-3,01	4,56	0,42	0,676
22	-2,99	3,45	0,15	0,884	-7,69	1,28	-1,48	0,152	-3,17	4,50	0,36	0,724
23	-3,24	3,11	-0,04	0,965	-6,79	1,95	-1,15	0,263	-3,54	4,31	0,20	0,841
24	-3,65	2,70	-0,31	0,759	-5,95	2,57	-0,82	0,422	-4,04	3,99	-0,01	0,990
25	-4,18	2,21	-0,63	0,531	-5,13	3,17	-0,48	0,632	-4,66	3,51	-0,29	0,773
26	-4,81	1,71	-0,98	0,338	-4,59	3,61	-0,25	0,808	-5,82	2,61	-0,79	0,440
27	-5,48	1,14	-1,35	0,189	-4,33	3,81	-0,13	0,895	-6,58	1,82	-1,17	0,254
28	-5,23	1,10	-1,35	0,190	-3,82	4,22	0,10	0,919	-5,85	2,18	-0,95	0,354
29	-6,26	0,55	-1,73	0,096	-3,54	4,56	0,26	0,798	-6,70	1,36	-1,37	0,184
30	-7,36	-0,05	-2,09	0,047	-3,50	4,85	0,34	0,741	-7,46	0,93	-1,61	0,121
31	-7,88	0,01	-2,07	0,050	-4,03	4,62	0,14	0,889	-8,25	0,75	-1,73	0,098
32	-9,04	-1,35	-2,80	0,010	-5,86	3,41	-0,55	0,587	-9,55	-0,61	-2,37	0,028
33	-10,04	-0,41	-2,28	0,035	-6,77	4,00	-0,55	0,592	-10,44	-0,62	-2,37	0,029
34	-11,03	1,08	-1,78	0,099	-7,80	4,84	-0,50	0,623	-10,99	2,82	-1,32	0,216
35	-28,98	29,17	0,02	0,986	-10,89	15,59	0,61	0,592	-11,84	7,95	-0,51	0,634
36	-	-	-	-	-59,39	63,95	0,37	0,770	-37,45	37,45	-0,00	1,000
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LA: som // em [sa.'la.da]; LI: som // em [fa.'li.da]; LU: som // em [ka.be.'lu.du]. LInf – Limite Inferior; LSup – Limite Superior; em negrito, destacados os valores estatisticamente significativos. Test *t de Student* ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Limites superior e inferior do contorno médio dos gestos articulatórios por *spline* para todas as crianças na faixa etária de 6 a 8 anos

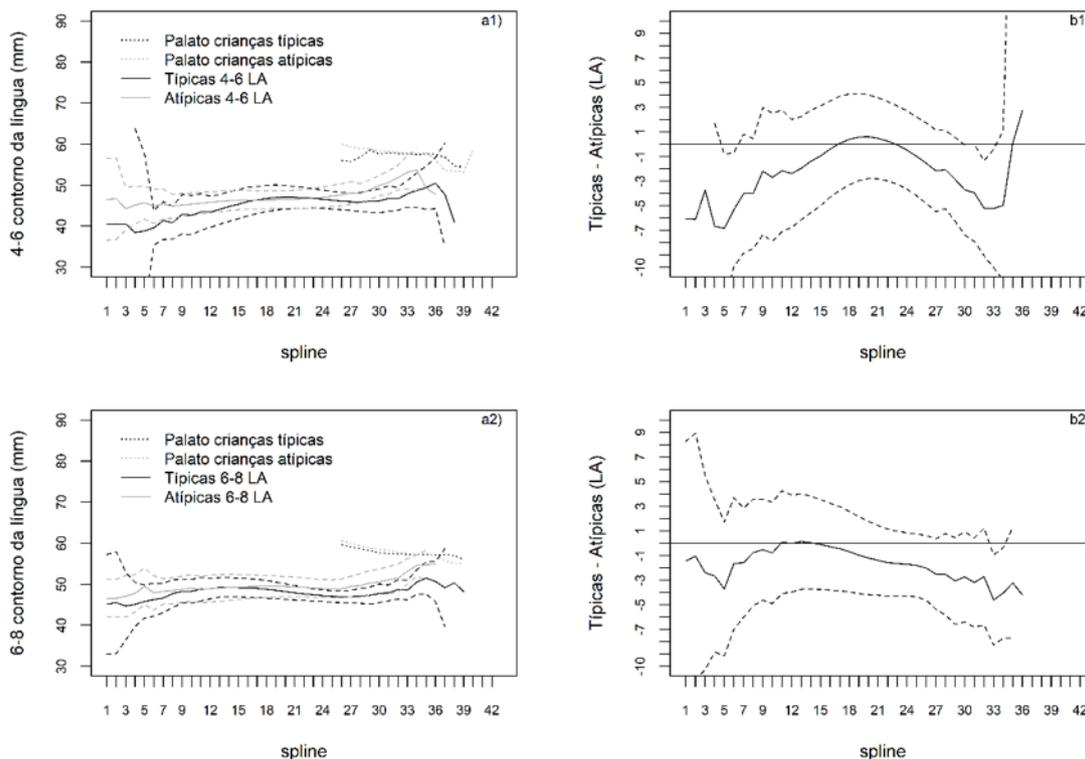
<i>spline</i>	LA		LI				LU					
	LInf	LSup	t	p-valor	LInf	LSup	t	p-valor	LInf	LSup	t	p-valor
1	-11,15	8,27	-0,44	0,686	-12,42	4,32	-1,42	0,238	-9,65	7,50	-0,32	0,759
2	-11,00	8,93	-0,31	0,773	-13,21	4,53	-1,46	0,230	-9,77	5,59	-0,67	0,530
3	-10,28	5,48	-0,76	0,480	-9,95	3,41	-1,22	0,271	-9,84	4,46	-0,85	0,417
4	-8,83	3,52	-0,95	0,363	-9,10	3,64	-0,95	0,365	-9,48	3,34	-1,05	0,317
5	-9,14	1,72	-1,47	0,164	-8,97	3,52	-0,96	0,358	-7,94	4,23	-0,65	0,525
6	-6,99	3,69	-0,65	0,523	-7,73	2,65	-1,05	0,311	-8,34	4,40	-0,66	0,519
7	-6,00	2,84	-0,75	0,465	-7,79	1,44	-1,48	0,162	-8,97	1,95	-1,35	0,194
8	-5,08	3,58	-0,36	0,723	-7,95	0,98	-1,65	0,118	-7,53	2,66	-0,99	0,334
9	-4,63	3,56	-0,27	0,791	-8,39	0,17	-2,03	0,059	-7,35	2,74	-0,95	0,354
10	-4,90	3,34	-0,39	0,700	-7,49	0,81	-1,68	0,109	-7,16	2,50	-0,99	0,330
11	-4,08	4,26	0,04	0,966	-7,11	1,90	-1,20	0,243	-6,93	3,72	-0,62	0,539
12	-3,96	3,92	-0,01	0,990	-7,49	1,64	-1,33	0,198	-6,74	3,24	-0,72	0,476
13	-3,74	4,01	0,07	0,943	-8,47	0,73	-1,74	0,095	-6,18	3,32	-0,62	0,541
14	-3,74	3,80	0,02	0,987	-8,94	0,16	-2,00	0,058	-5,98	2,97	-0,69	0,494
15	-3,75	3,56	-0,06	0,956	-9,24	0,04	-2,05	0,052	-5,59	2,47	-0,80	0,434
16	-3,81	3,25	-0,16	0,873	-9,12	0,15	-2,01	0,057	-5,16	2,18	-0,83	0,412
17	-3,85	2,98	-0,26	0,796	-8,81	0,23	-1,96	0,062	-4,83	1,94	-0,88	0,388
18	-3,95	2,59	-0,43	0,673	-8,26	0,54	-1,81	0,083	-4,72	1,75	-0,94	0,355
19	-4,09	2,15	-0,64	0,529	-7,63	0,61	-1,75	0,092	-4,64	1,73	-0,93	0,358
20	-4,17	1,77	-0,83	0,414	-6,93	0,77	-1,64	0,113	-4,49	1,78	-0,88	0,384
21	-4,23	1,45	-1,01	0,323	-6,27	0,85	-1,55	0,131	-4,31	1,85	-0,82	0,418
22	-4,29	1,14	-1,20	0,243	-5,69	0,85	-1,51	0,141	-4,18	1,90	-0,77	0,448
23	-4,28	0,97	-1,30	0,205	-5,07	0,93	-1,41	0,168	-4,02	1,97	-0,70	0,488
24	-4,26	0,85	-1,38	0,181	-4,48	1,10	-1,24	0,226	-3,91	2,02	-0,66	0,516
25	-4,34	0,74	-1,47	0,156	-3,65	1,74	-0,73	0,473	-3,91	2,06	-0,64	0,531
26	-4,64	0,62	-1,58	0,128	-3,13	1,99	-0,46	0,652	-4,10	2,00	-0,71	0,485
27	-5,36	0,35	-1,81	0,083	-2,45	2,44	-0,00	0,997	-4,35	1,98	-0,77	0,447
28	-5,83	0,78	-1,59	0,128	-2,47	2,38	-0,04	0,970	-4,30	2,43	-0,58	0,571
29	-6,57	0,45	-1,80	0,085	-2,41	2,83	0,16	0,870	-5,46	1,47	-1,20	0,244
30	-6,39	0,94	-1,54	0,137	-2,54	2,54	0,00	1,000	-5,90	0,44	-1,83	0,087
31	-6,82	0,43	-1,86	0,080	-3,17	2,88	-0,10	0,922	-5,59	0,82	-1,58	0,134
32	-6,63	1,21	-1,46	0,162	-3,45	2,57	-0,31	0,761	-4,60	0,42	-1,76	0,097
33	-8,27	-0,94	-2,66	0,017	-4,84	0,97	-1,46	0,172	-5,24	-0,36	-2,46	0,027
34	-7,69	-0,37	-2,32	0,033	-5,38	0,36	-1,92	0,080	-6,25	0,74	-1,70	0,113
35	-7,73	1,29	-1,57	0,144	-3,55	2,19	-0,54	0,601	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LA: som // em [sa.'la.da]; LI: som // em [fa.'li.da]; LU: som // em [ka.be.'lu.du]. LInf – Limite Inferior; LSup – Limite Superior; em negrito, destacados os valores estatisticamente significativos. Test *t de Student* ($p \leq 0,05$).

As Figuras 1, 2 e 3 a seguir apresentam os gestos articulatórios caracterizados pelos contornos médios da língua do som /l/ e as idades pesquisadas, comparando-se GCA e GCT de mesma faixa etária. As figuras estão dispostas em: a) (exemplo a1) – que corresponde às curvas médias de língua para cada grupo

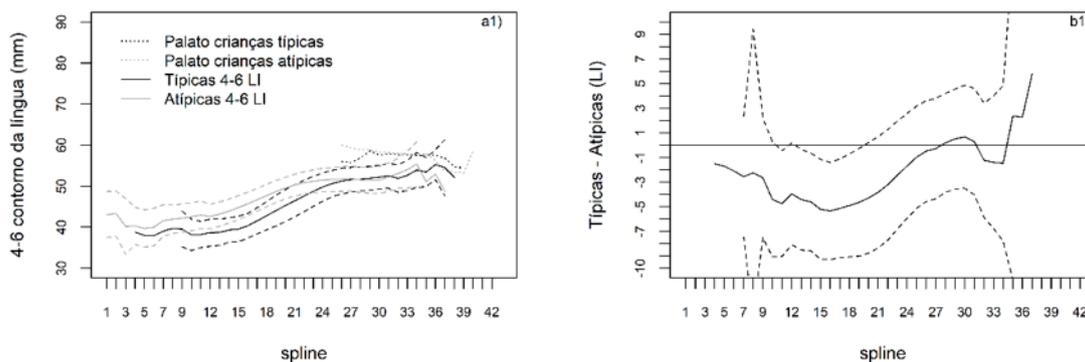
(GCT e GCA); b) (exemplo b1) - que demonstra o resultado das regiões nas quais todos os intervalos ultrapassam a linha zero (para cima ou para baixo) e que correspondem aos estatisticamente significativos, ou seja, apresentam diferenças entre GCT e GCA.

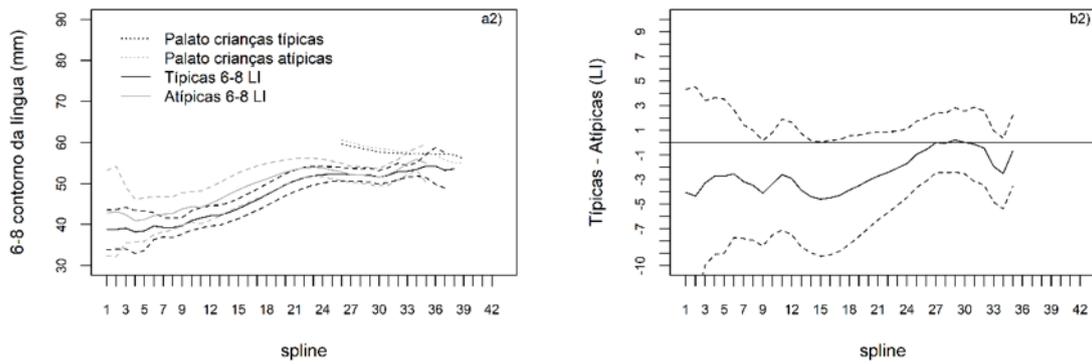
Figura 1. Contornos médios das curvas de língua para /l/ na palavra “salada” (LA) para crianças típicas e atípicas (a) e diferenças entre GCA e GCT (b) por faixas etárias



a1) Intervalos de confiança para os contornos médios de língua no /l/ na palavra *salada* (LA) entre GCT e GCA em idades de 4 a 6 anos; a2) 6 a 8 anos; b1) Intervalo de confiança para a diferença das curvas de língua entre GCT e GCA em idades de 4 a 6 anos; b2) de 6 a 8 anos para /l/ na respectiva palavra. Raiz *splines* 1 a 14, ponta *splines* 28 a 42.

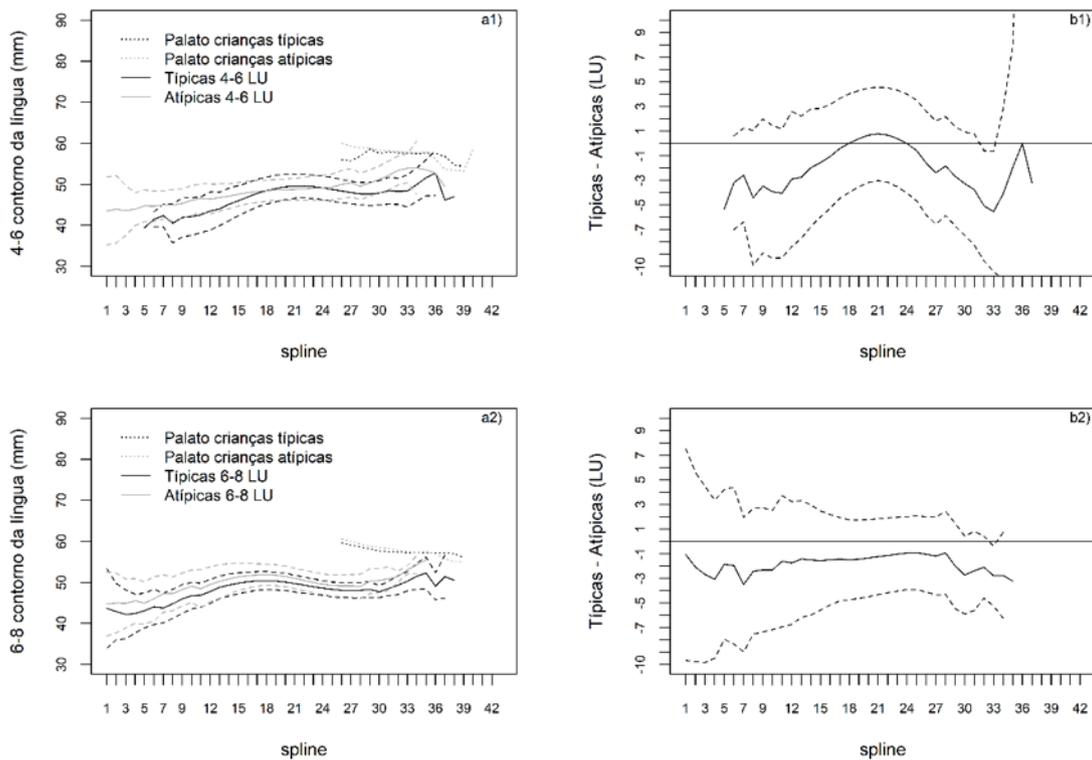
Figura 2. Contornos médios das curvas de língua para /l/ na palavra “falida” (LI) para crianças típicas e atípicas (a), e diferenças entre GCA e GCT (b) por faixas etárias





a1) Intervalos de confiança para os contornos médios de língua no // na palavra falida (LI) entre GCT e GCA em idades de 4 a 6 anos; a2) 6 a 8 anos; b1) Intervalo de confiança para a diferença das curvas de língua entre GCT e GCA em idades de 4 a 6 anos; b2) de 6 a 8 anos. Raiz *splines* 1 a 14, ponta *splines* 28 a 42.

Figura 3. Contornos médios das curvas de língua para // na palavra “cabeludo” (LU) para crianças típicas e atípicas (a), e diferenças entre GCA e GCT (b) por faixas etárias



a1) Intervalos de confiança para os contornos médios de língua no // na palavra cabeludo (LU) entre GCT e GCA em idades de 4 a 6 anos; a2) 6 a 8 anos; b1) Intervalo de confiança para a diferença das curvas de língua entre GCT e GCA em idades de 4 a 6 anos; b2) de 6 a 8 anos. Raiz *splines* 1 a 14, ponta *splines* 28 a 42.

DISCUSSÃO

A coordenação dos gestos articulatórios no transcorrer do tempo é uma habilidade que envolve tanto o ato de dominar os gestos articulatórios necessários da língua nativa quanto aprender a coordenar esses gestos de acordo com as regras da língua⁽⁴⁾. A USG dos movimentos de língua, aliada aos modelos dinâmicos de produção da fala, como a FAR, tem sido uma ferramenta de pesquisa bastante interessante para a análise da fala, especificamente dos gestos articulatórios, de adultos e crianças^(18,19). Sobretudo nas crianças, os erros de fala apresentam-se como gradientes, ou seja, muitas vezes tais erros são, na verdade, tentativas de acertos das produções infantis e não apenas simples substituições ou omissões de sons da fala⁽²⁰⁾.

Durante o processo da aquisição dos sons da língua, a criança começa a estabelecer algumas correspondências entre a sua escuta e os movimentos articulatórios que resultam em determinados efeitos acústicos⁽²¹⁾.

Assim como em qualquer outra aprendizagem motora, os movimentos de língua tomam características significativas conforme a idade, e a aquisição dos gestos articulatórios passam a ter repercussões importantes no desenvolvimento da criança. Na aquisição fonológica, em qualquer língua, observa-se que o repertório fônico é instável inicialmente, mas tende a uma maior estabilidade durante o desenvolvimento, até incorporar produtivamente todos os contrastes fônicos envolvidos⁽²²⁾.

Neste estudo, foi possível perceber que, tanto para crianças típicas (sem DSF), quanto para atípicas (com DSF), a produção

articulatória do /l/ envolveu gestos de elevação de ponta de língua e retração de dorso e raiz de língua.

As crianças mais velhas, com idades acima de 6 anos, independentemente do desenvolvimento de fala, apresentaram maior refinamento articulatório e delimitação na conformação da ponta de língua quando comparadas às crianças com idades inferiores a 6 anos.

As diferenças entre as curvas médias de língua para a palavra “salada” ([sa.ˈla.da] – LA), nas crianças de 4 a 6 anos, ocorreram na região de ponta (região anterior, especificamente nos pontos 30, 31, 32 e 33) e raiz (região posterior, nos pontos 5 e 6) de língua, conforme consta na Tabela 2 e Figura 1. Nas crianças de 6 a 8 anos essas diferenças ocorreram somente na ponta (região anterior da língua, especificamente nos pontos 33 e 34) (Tabela 3 e Figura 1), o que demonstra maior diferenciação dos gestos de /l/ entre os grupos para esse contexto vocálico nas crianças mais novas.

Na palavra “falida” ([fa.ˈli.da] - LI), observou-se diferença entre as curvas de língua no dorso (região média, nos pontos 14 a 19) e raiz (região posterior, nos pontos 11 e 13) somente para as crianças de 4 a 6 anos (Tabela e Figura 2), reiterando maior diferenciação entre os grupos GCT e GCA para aquelas mais novas.

Na palavra “cabeludo” ([ka.be.ˈlu.du] - LU), houve diferença entre as curvas de língua na ponta (região anterior, nos pontos 32 e 33) para as crianças de 4 a 6 anos e também para crianças de 6 a 8 anos (no ponto 33), porém nas crianças de 4 a 6 anos, o intervalo estatisticamente diferente foi maior (Tabelas 2 e 3 e Figura 3). Os resultados indicam maior refinamento articulatório nas crianças mais velhas, evidenciado por menores diferenças estatísticas entre os grupos GCT e GCA nas idades de 6 a 8 anos.

O gesto de ponta de língua demonstrou diferenças significativas para todos os grupos para os contextos vocálicos de LA e LU. Especialmente no contexto de LA para as crianças de 4 a 6 anos houve um maior intervalo de pontos significativos para essa região.

Essas diferenças, especialmente presentes no gesto de ponta de língua para ambos os grupos, mesmo persistindo no grupo de crianças mais velhas, sugerem que esse gesto exija maior coordenação, sendo que o mesmo requer maior magnitude e menor duração, sendo necessário coordenar grau e local de constricção⁽⁵⁾. Para as crianças mais novas, essa tarefa requer maior habilidade, interferindo na configuração. O repertório fônico inicialmente é instável e apresenta tendência à estabilização durante o desenvolvimento, até a incorporação dos contrastes fônicos⁽²²⁾.

Destaca-se a presença de dois gestos para a produção do /l/, gestos de ponta e de raiz de língua, porém o refinamento articulatório do gesto de ponta de língua parece requerer maior aperfeiçoamento de padrões atrelados à maturidade. Para isso, é imprescindível a correspondência entre a percepção, o movimento articulatório e seus efeitos acústicos⁽²¹⁾, sendo que o gesto de ponta de língua exige uma batida rápida e de um articulador ativo (a língua) em um articulador passivo (os alvéolos), em um tempo restrito e coordenado.

Para os contextos vocálicos estudados, os gestos articulatórios de LA e LU foram aqueles que apresentaram maiores diferenças significativas na ponta de língua para ambos os grupos analisados, sendo maiores os intervalos dessas diferenças para crianças de 4 a 6 anos no contexto vocálico de LA. Desse modo, neste estudo, para todas as crianças, é possível inferir que LI tenha sido o contexto vocálico mais favorável para a produção do /l/.

Importa salientar que os gestos articulatórios são indissociáveis do contexto e fazem combinações dependentes da gramática. Isso indica que, ao mesmo tempo em que o sistema linguístico da criança subordina-se a princípios da dinâmica fônica, ele se organiza conforme a gramática da língua, à medida que a criança vai interagindo com outros falantes com o objetivo de se comunicar^(10,22).

Portanto, observou-se neste estudo que as crianças mais novas, típicas e atípicas, apresentam padrões gestuais imaturos na produção articulatória do som /l/, o que demonstra menor refinamento articulatório. Apesar disso, os padrões gestuais de língua da produção do /l/ são semelhantes aos padrões das crianças mais velhas, independentemente ou não da presença de DSF.

Isso ocorre porque o desenvolvimento fonológico de crianças atípicas se dá em ordem semelhante à ordem de aquisição fonológica de crianças típicas, entretanto, de forma mais tardia^(3,23,24). É importante destacar que os contornos médios de língua, independentemente da aquisição fonológica, sugerem um caminho rumo a um padrão de diferenciação dos gestos de língua, embora haja uma tendência à melhor coordenação dos gestos de raiz e ponta de língua nas crianças típicas.

A menor diferenciação dos padrões de conformação dos gestos de língua em crianças mais novas aponta para a aquisição do sistema fonológico, que ocorre de maneira gradual até os 5 anos de idade, podendo se estender até os 7 anos de idade⁽²⁵⁻²⁸⁾. A partir dos 6 anos, há uma menor incidência de alterações na fala, a qual pode ser justificada pela melhor coordenação dos gestos articulatórios. Neste estudo, essa hipótese foi confirmada pela maior precisão e coordenação dos movimentos de língua na produção da líquida de /l/ em LA, LI e LU.

Cabe também enfatizar que as crianças, a partir dos 6 anos, iniciam o 1º ano do primeiro ciclo do ensino fundamental, no qual se aprimora o desenvolvimento da linguagem através da aprendizagem, melhora da comunicação e contato acentuado com a escrita. O ensino formal da escrita possui uma influência significativa na produção da fala, visto que a criança necessita de um treino sobre regras de escrita alfabética para conseguir eficiência em identificar sons individualmente, isto é, necessita do ensino formal e sistemático da correspondência entre os elementos fonêmicos da fala e os elementos grafêmicos da escrita⁽²⁶⁾.

A relação intrínseca entre a fala e outros sistemas motores humanos resgata a inter-relação entre o desenvolvimento dos padrões motores a partir do momento em que a criança é apresentada a outras formas de representação dos gestos, por exemplo, no momento em que se inicia a alfabetização, sendo a escrita outra modalidade representacional da linguagem⁽²⁹⁾. Desse modo, o tempo de exposição a determinadas estruturas sonoras, somado à maturação do sistema neuromotor e à escolarização, são fatores que influenciam no desempenho linguístico da criança⁽³⁰⁾.

CONCLUSÃO

A utilização da USG dos movimentos da língua como instrumento para análise da fala possibilitou caracterizar os gestos articulatórios de língua na produção da consoante /l/ no PB. Além disso, foi possível comparar qualitativamente os gestos entre crianças típicas e atípicas, em duas faixas etárias, confirmando a hipótese de que tais gestos articulatórios apresentariam maior refinamento articulatório

em crianças mais velhas, com idades acima de 6 anos, em relação àquelas com idades inferiores. Tais achados foram obtidos mediante a observação direta dos articuladores e o contraste da composição gestual do som.

Os gestos de língua para /l/ foram caracterizados, para todas as crianças, com elevação de ponta de língua e retração de dorso e raiz. As crianças típicas, independentemente da idade, apresentaram maior refinamento dos gestos articulatórios do que as atípicas, com diferenças significativas nas curvas médias de língua. Nas crianças típicas, independentemente da idade, e nas atípicas mais velhas, houve maior delimitação nos contornos médios de língua desde a ponta até a raiz em relação às mais novas. A maior habilidade na produção articulatória das crianças mais velhas sugere a influência dos efeitos da maturação e da modificação dos estímulos ambientais, com o início da idade escolar e o contato com a língua escrita.

REFERENCES

1. Carvalho AJA, Lemos SMA, Goulart LMHF. Language development and its relation to social behavior and family and school environments: a systematic review. *CoDAS*. 2016;28(4):470-79. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20162015193>.
2. Keske-Soares M, Uberti LB, Gubiani MB, Gubiani MB, Ceron MI, Pagliarin KC. Performance of children with speech sound disorders in the dynamic evaluation of motor speech skills. *CoDAS*. 2018;30(2). <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20182017037>.
3. Ceron M, Gubiani M, Oliveira C, Keske-Soares M. Normative Features of Phoneme Acquisition in Brazilian Portuguese. *Folia Phoniatr Logop*. 2019; 14(1). PMID: 31185467. <https://doi.org/10.1159/000499690>.
4. Barberena L, Keske-Soares M, Berti LC. Description of the articulatory gestures concerned in the production of the sounds /r/ and /l/. *Audiol. Commun. Res*. 2014;19(4):338-44. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-64312014000400001358>
5. Silva AHP. The boundaries between phonetics and phonology and the allophones of the initial robotics in BP: data from two informants from the south of the country. Thesis (Doctorate in Linguistics) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP. 2002.
6. Browman C, Goldstein L. Towards an Articulatory Phonology. *Phonology Yearbook*. 1986; 3:219-52. <https://doi.org/10.1017/S0952675700000658>
7. Browman C, Goldstein L. Articulatory gestures as phonological units. *Phonology Yearbook*. 1989; 6: 201-51. PMID: 1488456. DOI: 10.1159/000261913.
8. Browman, C, Goldstein L. Tiers in Articulatory Phonology, with some implications for casual speech; in J. Kingston & M. Beckman, *Papers in Laboratory Phonology 1: between the grammar and physics of speech*. Cambridge: The Cambridge University Press. 1990; 341-76.
9. Browman C, Goldstein L. Articulatory Phonology: an overview. *Phonetica*. 1992; 49: 155-80. <https://doi.org/10.1159/000261913>
10. Albano EC. An Introduction to Dynamics in Phonology. *R Abridin*. 2012;2(1):1-30. <http://dx.doi.org/10.5380/rabl.v1i1i1.32462>
11. Goldstein L, Byrd D, Saltzman E. The role of vocal tract gestural action units in understanding the evolution of phonology. (in press) In Michael Arbib, (ed.) *From Action to Language: The Mirror Neuron System*. Cambridge: Cambridge University Press. 2006.
12. Kent RD, Read C. *The acoustic Analysis of Speech*. Iowa: Singular Publishing Company. 2002.
13. Scobbie JM. Interactions between the acquisition of phonetics and phonology. In: Gruber MC, Higgins D, Olson K, Wysocki T, editors. *Papers from the 34th Annual Regional Meeting of the Chicago Linguistic Society*. Chicago Linguistics Society, Chicago. 1998.
14. Genaro KF, Berretin-Feliz G, Rehder MIBC, Marchesan IQ. Orofacial myofunctional evaluation – MBGR Protocol. *Rev. CEFAC*. 2009; 11(2):237-55. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462009000200009>
15. Vidor-Souza D, Mota HB, Santos RM. Articulatory awareness in children with speech disorders. *Rev. CEFAC*. 2011; 13(2):196-204. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462010005000115>
16. Ceron MI. *Phonological Assessment Instrument (INFONO): development and psychometric studies*. Thesis (Doctorate in Human Communication Disorders). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2015. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20202019105>
17. Articulate Instruments LTD. *Articulate Assistant User Guide: Version: 2.11*. Edinburgh, UK: Articulate Instruments Ltda. 2010.
18. Silva LM, Vassoler AM, Marino VCC, Berti LC. Quantitative analysis of tongue movement in 14 phonemes of Brazilian Portuguese. *CoDAS*. 2017; 29(4). <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172016211>
19. Cleland J, Scobbie JM, Heyde C, Roxburgh Z, Wrench AA. Covert contrast and covert error in persistent velar fronting. *Clin Linguist Phon*. 2017; 31:35-55. PMID: 27610938. <https://doi.org/10.1080/02699206.2016.1209788>.
20. Melo RM, Mota HB, Berti LC. The contrast between alveolar and velar stops with typical speech data: acoustic and articulatory analysis. *CoDAS*. 2017;29(3). <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172016117>
21. Goldberg AE. *Constructions at Work: The Nature of Generalizations in Language*. Oxford: Oxford University Press. 2006.
22. Albano EC. *From speech to language: playing by ear*. Martins Fontes. 1990.
23. Rodrigues RSV. Saussure and the definition of language as an object of study. *ReVEL*. 2008; 2.
24. Vitor RM, Cardoso-Martins C. Phonological development of pre-school children in the Northwest Region of Belo Horizonte. *Psicologia em Revista*. 2007; 13(2):383-98. DOI: 10.5752/P.1678-9563
25. Ferrante C, Bordel JV, Pereira MMB. Phonological acquisition in socio-economical high-class children. *Rev. CEFAC*. 2008; 10(4):452-60. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462008000400005>
26. Mota HB, Kaminski TI, Nepomuceno MRF, Athayde ML. Expressive vocabulary deficits of children with phonological disorders. *Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol*. 2009; 14(1): 41-47. <https://doi.org/10.1590/S1516-80342009000100009>
27. Goulart BNG, Chiari BM. Prevalence of speech disorders in school children and its associated factors. *Rev. Saúde Públ*. 2007; 41(5):726-31. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102007000500006>
28. Patah LK, Takiuchi N. Prevalence of phonological disorders and phonological processes uses in seven-years-old scholar. *Revista CEFAC*. 2008; 10(2):158-67. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462008000200004>
29. Bradley L, Bryant PE. Categorizing sounds and learning to read: A causal connection. *Nature*. 1983. <https://doi.org/doi:10.1038/301419a0>
30. Zharkova N. Ultrasound and acoustic analysis of sibilant fricatives in preadolescents and adults. *J. Acoust. Soc. Am*. 2016; 139:2342-51. <https://doi.org/10.1121/1.4947046>
31. Zharkova N, Gibbon FE, Lee A. Using ultrasound tongue imaging to identify covert contrasts in children's speech. *Clin Linguist Phon*. 2017; 31:21-34. <https://doi.org/10.1080/02699206.2016.1180713>

Contribuição dos autores

LSB foi responsável pela condução da pesquisa, realização das coletas, levantamento bibliográfico e escrita do manuscrito. CRP auxiliou na realização das coletas, levantamento bibliográfico, bem como na escrita do manuscrito. DAOM contribuiu com a formulação da metodologia científica e elaboração das análises estatísticas, bem como revisão do manuscrito. LCB participou desta pesquisa na condição de coorientadora, auxiliando na condução da pesquisa e revisando o manuscrito. MKS participou desta pesquisa na condição de orientadora, auxiliando na condução da pesquisa e na análise dos dados, assim como na revisão do manuscrito.

Agradecimentos

Recurso Edital nº14/2013 (processo nº 483722/2013-8) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Bolsa de Pesquisa de Doutorado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).