

Luciana da Silva Barberena¹
Simone Nicolini de Simoni¹
Rosalina Correa Sobrinho de Souza¹
Denis Altieri de Oliveira Moraes²
Larissa Cristina Berti³
Márcia Keske-Soares¹

Descritores

Fala
Acústica da Fala
Ultrassom
Adulto
Criança
Fonoaudiologia

Keywords

Speech
Speech Acoustics
Ultrasonics
Adult
Children
Speech, Language and Hearing
Sciences

Endereço para correspondência:
Simone Nicolini de Simoni
Rua Marechal Floriano Peixoto, 1751,
Centro, Santa Maria (RS), Brasil,
CEP: 97015-372.
E-mail: simonedesimoni@hotmail.com

Recebido em: Novembro 10, 2016

Aceito em: Julho 01, 2017

Análise quantitativa das curvas de língua na avaliação ultrassonográfica da fala para o som [j] em adultos e crianças

Ultrasound analysis of tongue contour for the sound [j] in adults and children

RESUMO

Objetivo: Analisar e comparar os contornos médios de língua e os gestos articulatórios na produção do [j] em adultos e crianças com desenvolvimento típico e crianças com desenvolvimento atípico de fala. As crianças com desenvolvimento atípico de fala apresentavam distúrbios nos sons da fala caracterizadas como desvio fonológico. **Método:** O diagnóstico foi determinado pelas avaliações fonoaudiológicas. Desse modo, a amostra foi constituída por três grupos: 30 adultos com desenvolvimento típico de fala (idades entre 19 e 44 anos), 30 crianças com desenvolvimento típico de fala e 30 crianças com desvio fonológico, denominadas neste estudo como atípicas (idades entre quatro anos e oito anos e onze meses). Para todos os grupos, foi realizada avaliação ultrassonográfica dos movimentos da língua. A pesquisa comparou os contornos médios de língua entre os três grupos em diferentes contextos vocálicos seguintes ao som [j]. Para a delimitação dos gestos, considerou-se a elevação máxima da ponta da língua, utilizando-se *software Articulate Assistant Advanced (AAA)* e imagens no plano sagital/Modo B. Os pontos que interceptaram as curvas de língua foram analisados pela ferramenta estatística R. Os gráficos dos contornos de língua foram obtidos através do cálculo de intervalo com 95% de confiança. Depois dessa etapa, foram obtidas as regiões com diferenças significativas (p -valor $\leq 0,05$) entre os grupos de CT e CA. **Resultados:** Os contornos médios de língua demonstraram o gesto para a semivogal [j] na comparação entre crianças típicas e atípicas. Para a semivogal [j], há um gesto de língua, de dorso, em direção à área central do palato duro, sendo observadas diferenças significativas entre as crianças. **Conclusão:** Os resultados permitiram concluir que existem diferenças entre os grupos de crianças quanto à capacidade de refinar os gestos articulatórios.

ABSTRACT

Purpose: Analyze and compare the mean tongue contours and articulatory gestures in the production of the sound [j] in adults and children with typical and atypical speech development. The children with atypical development presented speech sound disorders. **Methods:** The diagnosis was determined by speech assessments. The study sample was composed of 90 individuals divided into three groups: 30 adults with typical speech development aged 19-44 years (AT), 30 children with typical speech development (CT), and 30 children with speech sound disorders, named as atypical in this study, aged four years to eight years and eleven months (CA). Ultrasonography assessment of tongue movements was performed for all groups. Mean tongue contours were compared between three groups in different vocalic contexts following the sound [j]. The maximum elevation of the tongue tip was considered for delimitation of gestures using the Articulate Assistant Advanced (AAA) software and images in sagittal plane/Mode B. The points that intercepted the language curves were analyzed by the statistical tool R. The graphs of tongue contours were obtained adopting a 95% confidence interval. After that, the regions with significant statistical differences ($p < 0.05$) between the CT and CA groups were obtained. **Results:** The mean tongue contours demonstrated the gesture for the sound [j] in the comparison between typical and atypical children. For the semivowel [j], there is an articulatory gesture of tongue and dorsum towards the center of the hard palate, with significant differences observed between the children. **Conclusion:** The results showed differences between the groups of children regarding the ability to refine articulatory gestures.

Trabalho realizado no Curso de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM - Santa Maria (RS), Brasil.

¹ Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM - Santa Maria (RS), Brasil.

² Departamento de Estatística, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM - Santa Maria (RS), Brasil.

³ Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP - Marília (SP), Brasil.

Fonte de financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Conflito de interesses: nada a declarar.

INTRODUÇÃO

A percepção e a produção dos sons da fala não são indissociáveis, ambas são intrinsecamente moduladas e refinadas. Nesse cenário, ensaios, erros e acertos são exaustivamente praticados e sofrem influência de condições intrínsecas e extrínsecas, que envolvem fatores orgânicos e socioambientais, respectivamente⁽¹⁾.

Para a produção da fala deve haver equilíbrio muscular entre as estruturas orofaciais, de modo que se organizem e coordenem a sequência de movimentos com planejamento e, posteriormente, exerçam de forma clara e coerente a produção dos sons. Entender como ocorre o desenvolvimento da fala atípica, com o objetivo de propor avanços na avaliação e futuro planejamento do processo terapêutico, é um desafio que tem sido amparado pelo uso de novas tecnologias⁽²⁾.

No Brasil, dentre essas novas tecnologias, recentemente tem sido utilizada a análise ultrassonográfica dos movimentos da língua. Esse recurso oferece avanços importantes na área da fala, visto que permite a apreensão dos gestos articulatórios, sob a perspectiva da Fonologia Gestual. Dentre esses novos rumos, surgem questionamentos sobre as causas envolvidas nas alterações da fala, especialmente aqueles casos sem qualquer etiologia aparente, porém essas alterações comprometem inclusive a socialização e a escolarização infantil⁽³⁾.

O uso da ultrassonografia no âmbito fonoaudiológico dispõe de imagens com representações em tempo real dos movimentos realizados pela língua durante a fala. Trata-se de uma técnica segura, não invasiva e direta, capaz de revelar detalhes articulatórios, sob o enfoque da Fonologia Gestual.

A Fonologia Gestual direciona e amplia os conhecimentos sobre a aquisição e o desenvolvimento da linguagem, na análise dos gestos articulatórios. Nessa teoria, o gesto articulatório é uma unidade de percepção e produção da fala^(1,2), em que as tarefas envolvidas pelos articuladores, definidas pelas ações coordenadas pelo sujeito, são dinamicamente especificadas. As estruturas envolvidas na fala se organizam, sendo fatores dependentes entre si para representação da cadeia da fala.

A ultrassonografia permite analisar como os gestos articulatórios se sobrepõem e são modulados pelo contexto linguístico, sendo possível avaliar sua magnitude e a influência de diferentes contextos vocálicos seguintes a um mesmo som, em pares mínimos de palavras⁽⁴⁾. O glide coronal [j] é de alta ocorrência nas línguas naturais, sendo foneticamente um som produzido continuamente e sem fricção. Na aquisição fonológica típica do Português Brasileiro, a produção do [j] está vinculada ao ambiente de ditongos ou tritongos. A produção deste glide precisa ser caracterizada, pois, na aquisição atípica, o glide substitui as consoantes líquidas.

Dentre as alterações comumente encontradas em crianças com distúrbios dos sons da fala, destacam-se as substituições de líquidas por [j]. Essa substituição caracteriza-se, tradicionalmente, por uma estratégia de reparo⁽⁵⁾, em que a criança realiza um som menos complexo, nesse caso o [j], sendo possível supor que esse som seja facilmente produzido por essas crianças.

A facilidade de produção do [j] e sua tenra aquisição se devem ao fato de esse som apresentar um único gesto articulatório de língua, de menor complexidade. A análise da produção do glide [j] se justifica por este ser produzido e adquirido em idades iniciais, tanto no desenvolvimento de fala típico quanto atípico. Ser este produzido e adquirido em idades iniciais, tanto no desenvolvimento de fala típico quanto atípico, é o fato que justifica a análise da produção

do glide [j]. Esta pesquisa tem por objetivo analisar e comparar os contornos médios de língua e os gestos articulatórios na produção do [j] em adultos e crianças com desenvolvimento típico e com desenvolvimento atípico de fala (desvio fonológico).

MÉTODO

A pesquisa envolveu a avaliação da fala e a ultrassonografia dos movimentos da língua em adultos e crianças. Participaram do estudo, adultos com desenvolvimento adequado da linguagem/fala, sendo denominados adultos típicos (AT), crianças com desenvolvimento típico de fala, denominadas crianças típicas (CT), e crianças com desenvolvimento atípico da fala (desvio fonológico), denominadas crianças atípicas (CA).

Trata-se de uma pesquisa experimental, quantitativa e descritiva. Todos os participantes foram selecionados por conveniência e assinaram previamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme normas do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição na qual o trabalho foi realizado, aprovado sob o protocolo nº 442.786.

As avaliações da linguagem e da fala, audição e das imagens ultrassonográficas dos movimentos da língua durante a fala, foram realizadas em um centro de atendimento fonoaudiológico de uma instituição de ensino superior.

Para a constituição inicial dos grupos, para todos os participantes, foram realizadas as seguintes avaliações: articulatória, motricidade orofacial e funções neurovegetativas⁽⁶⁾, linguagem compreensiva e expressiva para os adultos (leitura e interpretação textual) e para crianças (organização, sequencialização e narração de fatos⁽⁷⁾), triagem auditiva em ambiente silencioso para as frequências de 500 Hz a 6000 Hz, a 20 dB (*Interacoustic Screening Audiometer*, modelo AS208) e Instrumento de Avaliação Fonológica (INFONO) para todas as crianças⁽⁸⁾.

Depois das avaliações iniciais, foram considerados os seguintes critérios para inclusão de todos os participantes na pesquisa: audição normal e ausência de otites médias de repetição; estruturas orofaciais e funções estomatognáticas adequadas; desenvolvimento da linguagem adequada à idade, exceto no sistema de sons para CA e ausência de queixas relacionadas à aprendizagem; ensino médio completo para AT, e frequência escolar para todas as crianças; ausência de fatores socioemocionais relevantes ao adequado desenvolvimento da linguagem; e ausência de tratamento fonoaudiológico prévio à pesquisa.

As CTs deveriam apresentar um sistema de sons adequado para a idade cronológica e as CAs deveriam apresentar distúrbios dos sons da fala. Ainda, todos os participantes deveriam ser membros de famílias monolíngues do PB de uma cidade central da região sul do Brasil.

Foram excluídos da pesquisa os participantes que não preenchiam os critérios de inclusão, além de crianças que não frequentavam a escola e membros de famílias bilíngues ou não pertencentes ao dialeto local.

Depois de todas as avaliações que contemplavam os critérios de elegibilidade, do total de, aproximadamente, 120 indivíduos, foram selecionados, para a avaliação ultrassonográfica dos movimentos da língua, 90 participantes, sendo constituídos três grupos:

- Grupo 1 (AT): 30 adultos, 15 do gênero masculino e 15 do feminino, com idades entre 19 e 44 anos;

- Grupo 2 (CA): 30 crianças com desenvolvimento atípico de fala (desvio fonológico), com idades entre 4 e 9 anos, sendo 18 do gênero masculino e 12 do feminino. As CAs apresentavam diferentes gravidades caracterizadas pelo Percentual de Consoantes Corretas - Revisado (PCC-R) (Shriberg et al., 1997). Nesse grupo, todos os participantes produziam adequadamente o som [j];
- Grupo 3 (CT): composto por 30 crianças com desenvolvimento típico de fala, com idades entre 4 e 9 anos, também 18 do gênero masculino e 12 do feminino. Todas as crianças desse grupo foram pareadas quanto ao gênero e à idade em relação ao Grupo 2.

Para confirmar a hipótese de paridade dos grupos de crianças em relação às idades, inicialmente foi realizado o teste F para verificação de igualdade de variâncias entre os grupos, resultando em um valor não significativo para a diferença de variâncias (p-valor = 0,452). O desvio padrão do grupo de crianças típicas foi 0,86 meses e das atípicas, 0,88 meses. A seguir, foi realizado o teste T para comparar a média de duas amostras independentes sob a hipótese de homoscedasticidade (igualdade de variâncias), resultando também em um valor não significativo (p-valor = 0,660).

A idade média das crianças típicas foi de seis anos e seis meses e das atípicas, cinco anos e 11,4 meses. Assim, pode-se concluir que as amostras de crianças típicas e atípicas foram perfeitamente pareadas quanto à sua distribuição, tanto em relação ao valor médio quanto à dispersão das idades.

As avaliações ultrassonográficas (USG) dos movimentos da língua foram realizadas individualmente, durante, aproximadamente, 30 a 40 minutos, em uma única sessão. Cada participante deveria estar sentado no interior de uma cabine acústica, com microfone (*Shure –SM48*) posicionado à altura da boca, pés apoiados no chão, coluna ereta, sonda ultrassonográfica (transdutor endocavitário modelo 65C10EA) fixada externamente abaixo da mandíbula, no assoalho da boca, sendo utilizado o estabilizador de cabeça (*Articulate Instruments Ltd*). Na sonda ultrassonográfica, foi

utilizado gel transdutor, o que possibilitou a captação e visualização das imagens do contorno da língua, na frequência de 5.0 MHz⁽⁹⁾.

O plano sagital/Modo B foi escolhido para análise das imagens, por permitir a visualização da língua, desde a raiz até a ponta. As imagens foram capturadas, registradas e analisadas com o uso do *software Articulate Assistant Advanced (AAA)*. Os participantes foram orientados a falar uma mesma frase que continha as palavras com o som [j]. Todas as palavras foram representadas em figuras, apresentadas na tela do computador. Para a figura visualizada, os participantes deveriam falar a palavra inserida na frase “fala palavra de novo”, na ordem demonstrada no Quadro 1. Para cada participante, foram gravadas seis repetições para cada palavra, utilizando sempre a mesma frase-veículo.

As análises dos contornos de língua para cada participante foram realizadas no *software AAA*. O traçado do contorno de língua em cada repetição foi marcado na imagem referente à elevação máxima da área anterior da língua no som [j] (*frame*). O som [j] foi identificado pela espectrografia da fala, pela análise simultânea do áudio e vídeo, devidamente sincronizados pelo recurso do *software*.

Depois da 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, os quais estão expostos na Figura 1. Os valores das distâncias foram extraídos no próprio *software* e equivaleram ao critério de 100% de confiança.

Quadro 1. Lista de palavras e respectivas representações em figuras nos contextos vocálicos /a/ e /u/, em pares mínimos

Contexto Vocálico Seguinte	Som-alvo	Palavras
/a/	[j]	['kaje] (CAIA)
-----	[j]	['kaj] (CAI)
/u/	[j]	['kaju] (CAIO)

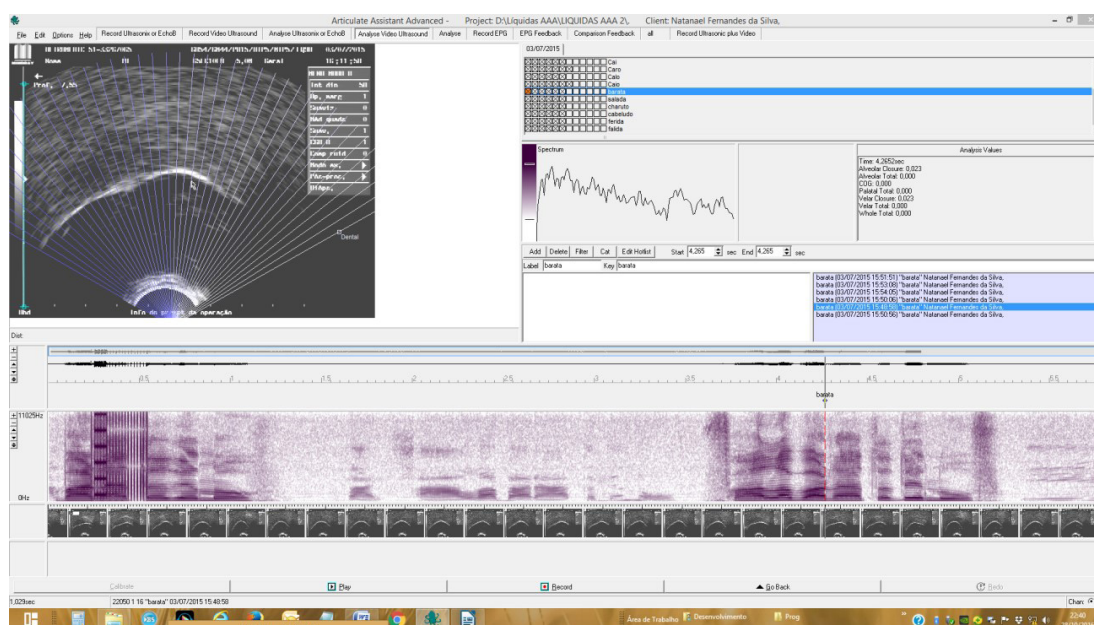


Figura 1. Seleção prévia do ângulo para análise das imagens - ângulo de 120 graus - seleção da área anterior da língua (dental) à direita do vídeo

Dessa forma, os pontos que interceptaram cada curva de língua em cada repetição (0 a 41) foram copiados da área de trabalho do *software* AAA, como demonstra a Figura 2, para o programa *Word* e, em seguida, para o programa Excel. Destaca-se, porém, que somente os pontos que interceptaram cada curva de língua (100% de confiança) foram preenchidos na planilha do Excel.

Em seguida, os dados foram exportados para a ferramenta estatística R (*R Core Team*). No ambiente R, foram calculados os valores médios dos contornos de língua nas repetições das palavras para cada grupo e os respectivos intervalos de confiança em torno dos valores médios (para cada um dos pontos das

curvas de língua). Os intervalos foram obtidos com 95% de confiança em torno de cada um dos pontos médios das curvas de língua (*splines*). Assim, foram obtidos as linhas médias e os intervalos de confiança dos contornos de superfície da língua dos três grupos analisados (AT, CT e CA).

A seguir, foram apresentadas as regiões com diferenças significativas ($p \leq 0,05$) das curvas de língua entre CT e CA. As regiões que apresentaram diferenças significativas foram aquelas que não contiveram a linha horizontal referente ao valor zero (representando a hipótese de diferença nula) contido dentro dos limites inferiores e superiores dos respectivos intervalos, com 95% de confiança para a diferença entre as linhas médias.

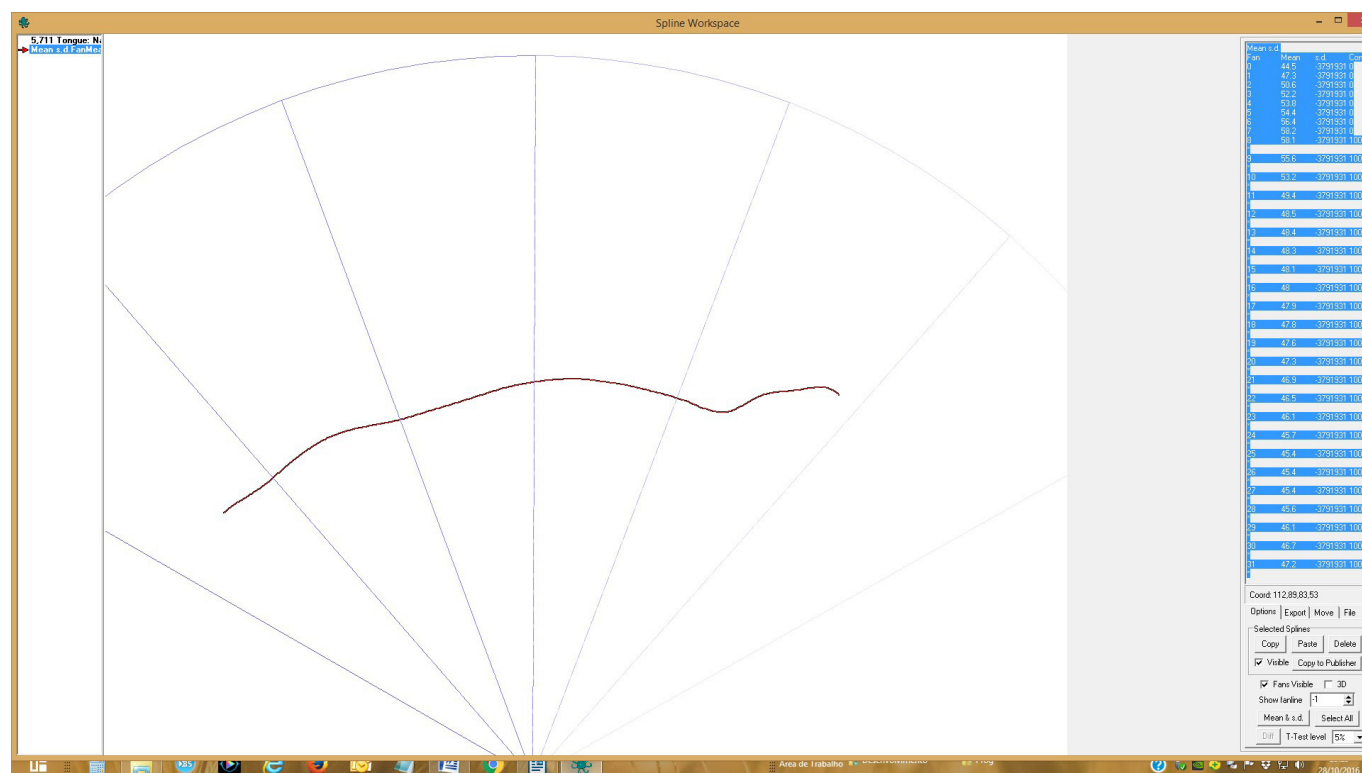


Figura 2. Seleção dos valores correspondentes aos raios (mm) e da confiança em cada ponto (0-41) através do recurso Ctrl + c e posterior Ctrl + v para o Word

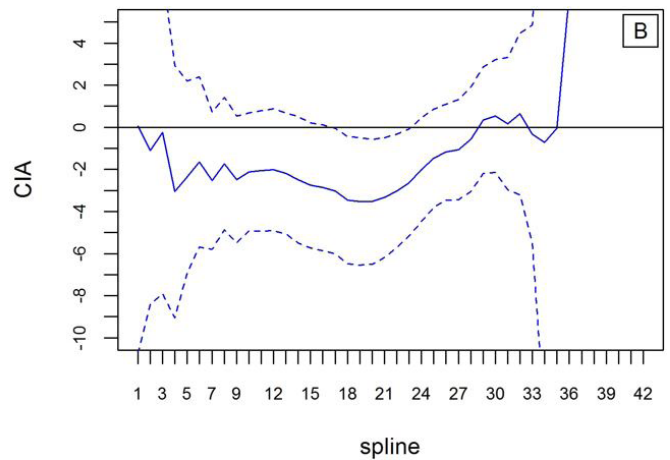
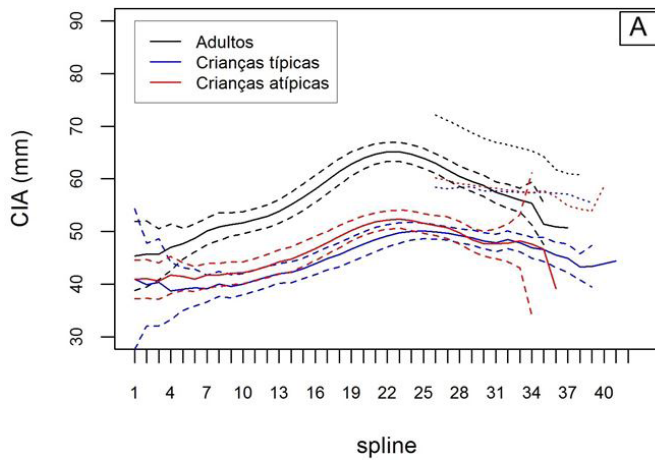
RESULTADOS

Serão apresentadas três Figuras 3, 4 e 5 que mostram à direita, a área anterior da língua (lâmina e ápice), central (dorso de língua) e à esquerda (raiz de língua). Acima da área anterior da língua em cada figura (à direita), é apresentada a área anterior do palato duro, representada pela linha pontilhada (em preto).

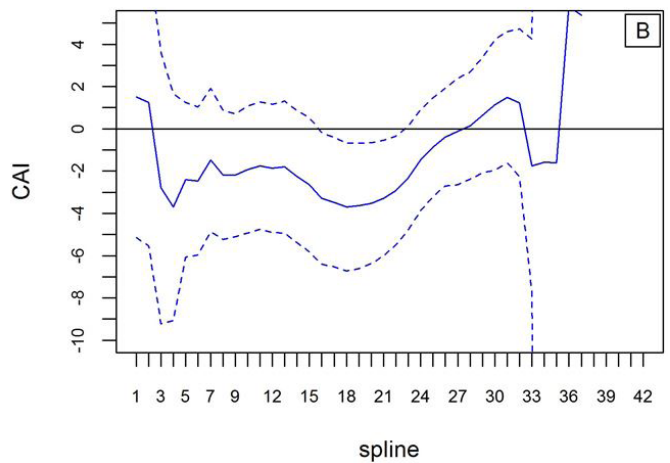
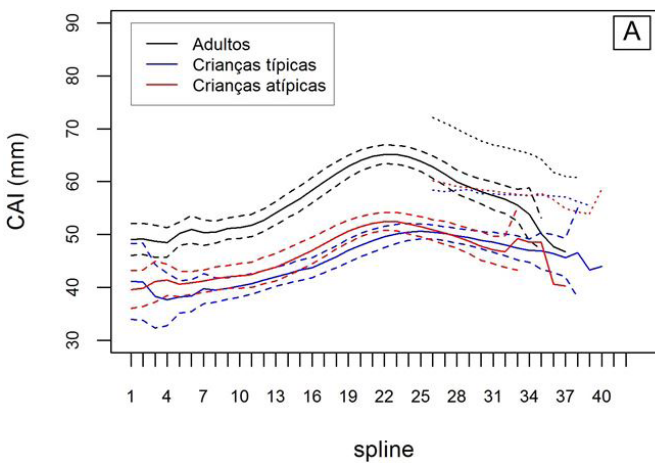
As siglas utilizadas foram: CIA, que corresponde à palavra “caia” [‘kajɐ]; CAI, que corresponde à palavra “cai” [‘kaj]; e CAO, que corresponde à palavra “caio” [‘kaju]. Essas siglas foram adotadas no estudo para fins de tabulação e análise estatística dos dados e identificação das palavras nos gráficos e tabelas correspondentes. Assim sendo, tem-se:

- Linhas médias e intervalos de confiança dos contornos de superfície da língua para o som [j] em cada palavra nos três grupos: “caia” [‘kajɐ] ([j] precedente à vogal /a/); “cai” [‘kaj] ([j] no contexto vocálico final da palavra); “caio” [‘kaju] ([j] precedente à vogal /u/);
- Diferenças das curvas de língua entre CT e CA para cada palavra.

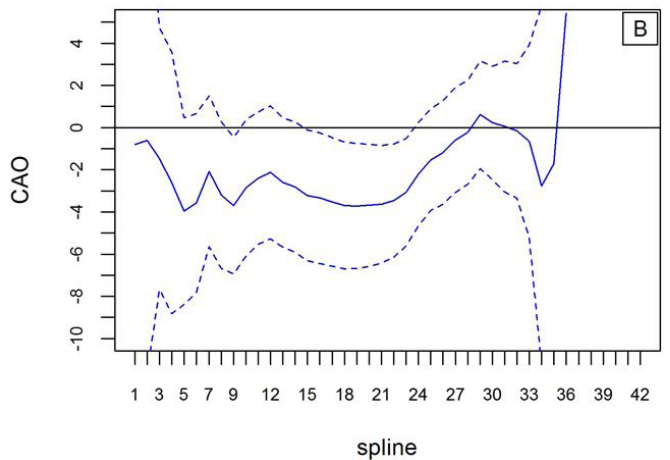
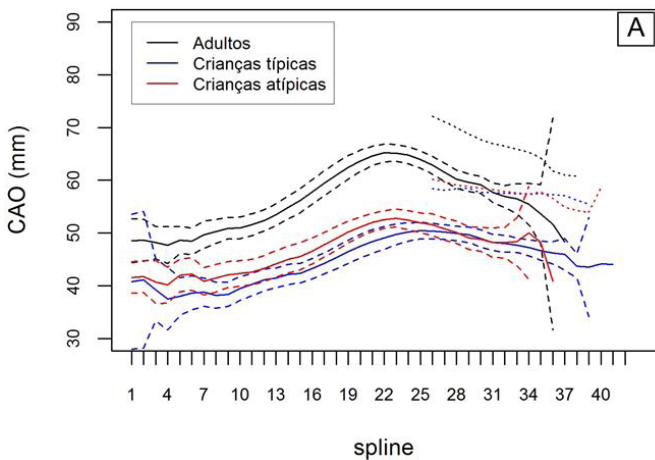
Para todas as figuras, houve diferenças significativas dos contornos médios de língua na região de dorso entre CT e CA. Nas *splines*, os pontos de 14 a 22 apresentaram essas diferenças (Tabela 1), sendo que, para todos os contextos vocálicos estudados, as diferenças ocorreram nessa região.



Legenda: (A) Contornos médios de língua para [j] no contexto vocálico da vogal /a/ na palavra “caia” [kaja] (CIA) em AT, CT e CA; (B) Diferenças significativas das curvas de língua entre CT e CA (intervalos que não interceptam a linha zero)
Figura 3. Contornos médios de língua para [j] no contexto vocálico seguinte de /a/ na palavra [ˈkajɐ] (CIA)



Legenda: (A) Contornos médios de língua para [j] em posição final na palavra “cai” [kaj] (CAI) em AT, CT e CA; (B) Diferenças significativas das curvas de língua entre CT e CA (intervalos que não interceptam a linha zero)
Figura 4. Contornos médios de língua no contexto final da semivogal [j] na palavra [ˈkaj] (CAI)



Legenda: (A) Contornos médios de língua para [j] no contexto vocálico da vogal /u/ na palavra “caio” [kaju] (CAO) em AT, CT e CA; (B) Diferenças significativas das curvas de língua entre CT e CA (intervalos que não interceptam a linha zero)
Figura 5. Contornos médios de língua para [j] no contexto vocálico seguinte de [u] na palavra [ˈkaju] (CAO)

Tabela 1. Intervalos de confiança, estatística do teste T e p-valor associado para as palavras CIA, CAI e CAO

spline	CIA				CAI				CAO			
	LI	LS	T	p-valor	LI	LS	T	p-valor	LI	LS	T	p-valor
0	-10,73	10,87	0,02	0,985	-5,15	8,17	0,55	0,600	-11,59	9,97	-0,25	0,820
1	-8,41	6,20	-0,37	0,722	-5,55	8,04	0,45	0,666	-11,60	10,37	-0,19	0,864
2	-7,91	7,43	-0,08	0,940	-9,23	3,63	-0,97	0,356	-7,67	4,74	-0,53	0,608
3	-9,05	2,94	-1,11	0,289	-9,07	1,65	-1,52	0,157	-8,82	3,59	-0,95	0,367
4	-6,93	2,20	-1,10	0,288	-6,07	1,24	-1,38	0,184	-8,39	0,46	-1,87	0,076
5	-5,68	2,40	-0,85	0,406	-5,96	1,02	-1,47	0,156	-7,82	0,67	-1,74	0,095
6	-5,79	0,74	-1,58	0,125	-4,87	1,91	-0,90	0,377	-5,65	1,50	-1,18	0,245
7	-4,87	1,42	-1,11	0,273	-5,24	0,88	-1,45	0,157	-6,68	0,27	-1,87	0,070
8	-5,49	0,53	-1,66	0,103	-5,10	0,71	-1,53	0,135	-6,93	-0,47	-2,31	0,026
9	-4,92	0,69	-1,51	0,137	-4,92	1,08	-1,29	0,204	-6,09	0,36	-1,79	0,080
10	-4,92	0,79	-1,45	0,152	-4,75	1,26	-1,17	0,249	-5,54	0,75	-1,53	0,132
11	-4,91	0,88	-1,40	0,167	-4,90	1,17	-1,23	0,223	-5,28	1,02	-1,36	0,181
12	-5,07	0,69	-1,52	0,133	-4,92	1,32	-1,16	0,251	-5,67	0,46	-1,71	0,094
13	-5,50	0,51	-1,66	0,102	-5,39	0,86	-1,45	0,152	-5,91	0,28	-1,82	0,074
14	-5,74	0,22	-1,86	0,069	-5,81	0,54	-1,67	0,102	-6,31	-0,12	-2,08	0,042
15	-5,86	0,13	-1,91	0,061	-6,40	-0,19	-2,12	0,038	-6,44	-0,25	-2,16	0,035
16	-6,01	-0,04	-2,03	0,047	-6,54	-0,42	-2,28	0,026	-6,58	-0,48	-2,32	0,024
17	-6,49	-0,43	-2,28	0,026	-6,72	-0,67	-2,45	0,017	-6,70	-0,68	-2,45	0,017
18	-6,55	-0,51	-2,34	0,023	-6,61	-0,67	-2,45	0,017	-6,68	-0,76	-2,52	0,015
19	-6,50	-0,57	-2,39	0,020	-6,39	-0,65	-2,45	0,017	-6,56	-0,79	-2,55	0,014
20	-6,18	-0,50	-2,36	0,022	-6,02	-0,56	-2,41	0,019	-6,43	-0,84	-2,61	0,012
21	-5,73	-0,34	-2,25	0,028	-5,48	-0,36	-2,28	0,026	-6,15	-0,78	-2,59	0,012
22	-5,18	-0,10	-2,08	0,042	-4,77	0,12	-1,90	0,062	-5,61	-0,53	-2,42	0,019
23	-4,47	0,44	-1,64	0,106	-3,87	0,91	-1,24	0,220	-4,68	0,24	-1,81	0,076
24	-3,81	0,85	-1,27	0,209	-3,21	1,45	-0,76	0,453	-3,94	0,87	-1,28	0,206
25	-3,46	1,10	-1,04	0,302	-2,70	1,92	-0,34	0,736	-3,63	1,27	-0,97	0,336
26	-3,44	1,31	-0,91	0,369	-2,64	2,39	-0,10	0,922	-3,07	1,91	-0,47	0,641
27	-3,06	1,91	-0,47	0,644	-2,39	2,69	0,12	0,903	-2,68	2,24	-0,18	0,858
28	-2,19	2,87	0,27	0,785	-2,09	3,38	0,48	0,633	-1,95	3,18	0,48	0,631
29	-2,15	3,21	0,40	0,690	-1,95	4,23	0,76	0,456	-2,46	2,91	0,17	0,865
30	-2,97	3,32	0,11	0,910	-1,61	4,59	0,98	0,334	-3,04	3,14	0,03	0,973
31	-3,19	4,47	0,35	0,728	-2,26	4,73	0,73	0,472	-3,35	3,03	-0,11	0,918
32	-5,52	4,85	-0,15	0,887	-7,75	4,25	-0,68	0,515	-5,23	3,92	-0,33	0,748
33	-13,94	12,52	-0,16	0,880	-73,72	70,57	-0,25	0,844	-11,32	5,77	-0,97	0,396
34	-80,30	80,21	-0,01	0,996	-76,13	72,90	-0,23	0,856	-88,02	84,60	-0,24	0,851
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda: CIA (caia) [ˈkajɐ]; CAI (cai) [ˈkaj]; CAO (caio) [ˈkaju]; LI: Limite inferior; LS: Limite Superior; T: teste T; p-valor ≤0,05

Observou-se que, para todas as palavras, em todos os grupos, há um gesto de língua na produção do som [j], porém os contornos de língua diferem, dependendo da palavra produzida, sendo que maior magnitude de língua foi observada no contexto vocálico seguinte de /u/ na palavra “caio” [kaju], em relação aos demais contextos como o seguinte de /a/ em “caia” [ˈkajɐ], e final em “cai” [ˈkaj].

Na Tabela 1, são apresentados os dados da estatística inferencial das comparações entre os grupos, ou seja, os intervalos

de confiança, estatística do teste t e p-valor associado para as palavras CIA, CAI e CAO.

DISCUSSÃO

Os contornos médios de língua, para todas as palavras, em todos os grupos, demonstraram o gesto de dorso de língua, em direção ao palato, para a semivogal [j]. Desse modo, para esse som, há um gesto de língua.

As diferenças nas curvas de língua entre adultos e crianças são evidentes, considerando-se as discrepâncias quanto à altura da língua e o tamanho da cavidade oral entre esses grupos, sendo os fatores neuroanatômicos determinantes para essas diferenças. Embora existam essas discrepâncias anatômicas e neuromotoras entre adultos e crianças, os contornos médios de língua nas crianças assemelham-se aos dos adultos. Assim, percebeu-se que as CTs e CAs desenvolviam seus sistemas de sons, buscando desempenhar a tarefa de produção desses segmentos em direção ao padrão adulto⁽¹⁰⁾.

Entre CT e CA, diferenças significativas quanto aos contornos médios de língua não seriam esperadas, observando-se que os dois grupos foram pareados quanto ao gênero e à idade, bem como todos produziam adequadamente o som [j], detectado pela análise perceptivo-auditiva. Entretanto, para todas as palavras, houve diferenças significativas nos gestos articulatórios entre CT e CA na região de dorso de língua, que são compreendidos entre os pontos 14 e 22 das *splines* apresentados na Tabela 1.

A Tabela 1 apresenta todos os intervalos de confiança (LI: limite inferior, LS: limite superior), estatística do teste t e p-valor associado à estatística do teste para a diferença das curvas de língua por *spline* para as palavras CIA, CAI e CAO. Nota-se, pela observação inicial das primeiras quatro colunas da Tabela 1, relativa à palavra CIA, que as *splines* com p-valores destacadas em vermelho indicam testes significativos para a diferença entre os dois grupos. Alternativamente, para informar a mesma inferência, a Figura 3 ilustra os intervalos de confiança de forma sequencial para todas as *splines*. Note que a sequência de intervalos com 95% de confiança que não contém o valor zero equivale aos p-valores significativos ao nível de 5%. Na Tabela 1, é possível visualizar os resultados numéricos.

Quanto aos contextos vocálicos das palavras, a vogal posterior e alta /u/ seguinte à semivogal [j] proporcionou maior magnitude aos gestos de língua quando comparados aos demais contextos linguísticos pesquisados. A maior magnitude do [j] na palavra ['kaju] demonstra a influência da vogal /u/ no contexto vocálico seguinte porque a vogal /u/ é alta e apresenta maior magnitude quando comparada à vogal /a/, que é baixa e central, bem como à semivogal final [j], na qual não há influência de uma vogal seguinte. Assim, é possível afirmar que os gestos de língua sofrem influência do contexto vocálico, considerando a análise da vogal precedente ao som pesquisado para esta pesquisa.

Os gestos articulatórios não constituem simples movimentos de língua, pois se considera que há relação entre eles ao desempenhar uma tarefa, sendo imprescindível sua análise considerando-se o contexto. As variáveis do trato que descrevem a tarefa distribuem o movimento associado ao gesto entre os vários articuladores envolvidos, de maneira sensível ao contexto⁽¹⁾.

As exigências do contexto influenciam o desempenho de uma determinada tarefa, por exemplo: a oclusão bilabial pode ser conseguida elevando-se o queixo, levantando o lábio inferior ou abaixando o lábio superior, em vários graus, caso o movimento da mandíbula seja interrompido, os lábios se moverão automaticamente para completar a oclusão e o sucesso será instantâneo^(10,11). As tarefas desempenhadas pelos gestos articulatórios têm um objetivo constante, sendo indissociáveis e intimamente relacionadas ao contexto. Somente a adoção do gesto

articulatório como primitivo de análise permite a compreensão de que a linguagem emerge do fonético para o abstrato⁽¹²⁾.

A análise dos gestos articulatórios a partir dos contornos médios de língua permitiu verificar diferenças significativas entre os dois grupos de crianças estudados. Essas diferenças entre os grupos foram identificadas especialmente no dorso da língua, para todas as palavras analisadas. Importa destacar que a análise perceptivo-auditiva detectou a produção adequada desse som para todas as crianças.

Desse modo, percebe-se que a capacidade de refinar os gestos articulatórios revela-se menor no grupo CA. É possível compreender que as crianças desenvolvem seus sistemas de sons para alcançarem (no caso das típicas) ou se aproximarem (nas atípicas) ao padrão adulto. A dificuldade de refinar os gestos articulatórios em sons de aquisição inicial e que possuem apenas um gesto de língua, como o [j] neste estudo, pode não influenciar os resultados acústicos, obtidos pela análise perceptivo-auditiva, porém provavelmente justifica os erros na aquisição de sons mais complexos, adquiridos tardiamente, contribuindo para análises perceptivo-auditivas que revelam um padrão atípico de fala.

A ultrassonografia dos movimentos de língua, nesse ambiente, aliada à análise perceptivo-auditiva da fala, proporciona uma avaliação minuciosa do sistema de sons, permitindo analisar o padrão gestual entre diferentes grupos de participantes, com destaque para a capacidade de refinar os gestos articulatórios. As diferenças nos contornos de língua, evidenciando menor refinamento articulatório para as crianças atípicas, quando comparadas às típicas, podem ser associadas às habilidades práticas.

Os movimentos de lábios, língua e mandíbula são imprecisos no início da infância, sendo progressivamente refinados e dissociados conforme o desenvolvimento. Essas transformações são essenciais para a eficiência da comunicação oral.

Estudos encontraram dificuldades práticas de língua, dificuldade em movimentar os articuladores durante as provas de praxias e na repetição rápida de sílabas, além de menor velocidade de fala em crianças com desordens dos sons da fala quando comparadas às crianças sem déficits no sistema de sons⁽¹³⁻¹⁶⁾.

Estudos internacionais⁽¹⁷⁻²⁰⁾ têm investigado a fala por análises instrumentais, como a USG dos movimentos da língua, comparando crianças e adultos, evidenciando diferenças entre os grupos. A avaliação quantitativa dos contornos médios de língua obtida na USG permite a análise dos gestos articulatórios em crianças e adultos, sendo essa avaliação relativamente rápida, não invasiva e segura, capaz de detectar a produção dos sons nas imagens de língua em tempo real.

CONCLUSÃO

As análises ultrassonográficas dos movimentos da língua permitiram observar que CT e CA constroem um sistema de sons próximo ao do AT, porém existem diferenças entre os grupos de crianças quanto ao aprimoramento dos gestos articulatórios. Tais diferenças para o som [j] são identificadas no dorso da língua entre crianças típicas e atípicas.

As tarefas para a formação dos gestos articulatórios de ambos os grupos de crianças se assemelham às dos adultos e

menor refinamento articulatório é observado no grupo de CA quando comparado ao de CT.

O contexto vocálico seguinte ao som [j] influencia a magnitude gestual e a conformação do gesto articulatório, tanto para AT quanto para CT e CA, ou seja, a formação dos padrões de fala está intrinsecamente relacionada ao contexto linguístico.

REFERÊNCIAS

1. Albano EC. O gesto e suas bordas: esboço da fonologia acústico-articulatória do português brasileiro. Campinas: Editora Mercado de Letras; Associação de Leitura do Brasil; 2001.
2. Barberena LS, Brasil BC, Melo RM, Mezzomo CL, Mota HB, Keske-Soares M. Aplicabilidade da ultrassonografia na Fonoaudiologia. *CoDAS*. 2014;26(6):520-30. PMID:25590916. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20142013086>.
3. Wiethan F, Ceron MI, Marchetti P, Giacchini V, Mota HB. O uso da eletroglotografia, eletromiografia, espectrografia e ultrassom nos estudos de fala – revisão teórica. *Rev. CEFAC*. 2015;17(Suppl 1):115-25. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-18462013005000049>.
4. Melo RM, Dias RF, Mota HB, Mezzomo CL. Ultrasound images of the tongue prior and post speech therapy. *Rev CEFAC*. 2016;18(1):286-97. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216201618114515>.
5. Mezzomo CL, Ribas LP. Sobre a aquisição das líquidas. In: Lamprecht RR. Aquisição fonológica do português: perfil de desenvolvimento e subsídios para a terapia. Porto Alegre: Artmed; 2004. p. 95-112.
6. Genaro KF, Berretin-Felix G, Rehder MIBC, Marchesan IQ. Avaliação miofuncional orofacial – protocolo MBGR. *Revista CEFAC*. 2009;11(2):237-55. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462009000200009>.
7. Vidor-Souza D, Mota HB, Santos RM. A consciência fonoarticulatória em crianças com desvio fonológico. *Revista CEFAC*. 2011;13(2):196-204. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462010005000115>.
8. Ceron MI. Instrumento de Avaliação Fonológica (INFONO): desenvolvimento e estudos psicométricos [tese]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2015.
9. Articulate Instruments Ltd. Articulate Assistant User Guide. Version 2.11. Edinburgh, UK: Articulate Instruments Ltd.; 2010.
10. Hodson SL, Jardine BR. Revisiting Jarrod. Applications of gestural phonology theory to the assessment and treatment of speech sound disorder. *Int J Speech-Language Pathol*. 2009;11(2):122-34. <http://dx.doi.org/10.1080/17549500802654617>.
11. Fonseca RP, Dornelles S, Ramos APF. Relação entre a produção do r-fraco e as praxias linguais na infância. *Pro Fono*. 2003;15(3):229-40.
12. Nishida G. A natureza intervocálica do *tap* em PB [mestrado]. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 2009. 152 p.
13. Wertzner HF, Alves RA, Ramos ACO. Análise do desenvolvimento das habilidades diadococinéticas orais em crianças normais e com transtorno fonológico. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2008;13(2):136-42. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342008000200007>.
14. Wertzner HF, Silva LM. Velocidade de fala em crianças com e sem transtorno fonológico. *Pro Fono*. 2009;21(1):19-24. PMID:19360254. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872009000100004>.
15. Marini C, Brancalioni AR, Gubiani MB, Freitas GP, Keske-Soares M, Cechella C. O fonema /r/ e as alterações do sistema estomatognático, idade, gênero e gravidade no desvio fonológico. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2011;16(4):422-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342011000400010>.
16. Souza TNU, Ávila CRB. Gravidade do transtorno fonológico, consciência fonológica e praxia articulatória em pré-escolares. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2011;16(2):182-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342011000200012>.
17. Chi-Fishman G. Quantitative lingual, pharyngeal and laryngeal ultrasonography in swallowing research: A technical review. *Clin Linguist Phon*. 2005;19(6-7):589-604. PMID:16206486. <http://dx.doi.org/10.1080/02699200500113996>.
18. Ball M, Gracco V, Stone M. A comparison of imaging techniques for the investigation of normal and disordered speech production. *Adv Speech Lang Pathol*. 2001;3(1):13-24. <http://dx.doi.org/10.3109/14417040109003705>.
19. Bressmann T, Uy C, Irish JC. Analysing normal and partial glossectome tongues using ultrasound. *Clin Linguist Phon*. 2005;19(1):35-52. PMID:15702826. <http://dx.doi.org/10.1080/02699200410001669834>.
20. Stone M. A guide to analyzing tongue motion from ultrasound images. *Clin Linguist Phon*. 2005;19(6-7):455-501. PMID:16206478. <http://dx.doi.org/10.1080/02699200500113558>.

Contribuição dos autores

LSB foi responsável pela coleta, análise e escrita dos dados, pesquisadora responsável pelo estudo; SNS foi responsável pela coleta, análise e escrita dos dados; RCSS foi responsável pela escrita e formatação de dados; DAOM foi responsável pelas análises e cálculos estatísticos, confecção de gráficos e tabelas; LCB e MKS foram coorientadora e orientadora do estudo, responsáveis pela escrita e revisão de conteúdo.