

ULTRASSONOGRRAFIA DE FALA: BIOFEEDBACK NA TERAPIA DOS TRANSTORNOS DOS SONS DA FALA²⁵

Roberta Michelon Melo
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Simone Nicolini de Simoni
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Larissa Cristina Berti
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho (UNESP/Marília)/CNPQ

Helena Boli Mota
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

1 INTRODUÇÃO

Os transtornos dos sons da fala (TSF) representam uma grande

25 A norma adotada na escrita deste capítulo foi o português brasileiro.

parte das queixas fonoaudiológicas, tanto no meio clínico, quanto no meio acadêmico. No Brasil, sua prevalência parece divergir na literatura (CAVALHEIRO; BRANCALIONI; KESKE-SOARES, 2012; INDRUSIAK; ROCKENBACH, 2012) e seus métodos de avaliação e de tratamento estão comumente atrelados a seus princípios teóricos de base.

Os TSF comumente foram relacionados a substituições, omissões e/ou assimilações de sons (STAMPE, 1973; CLEMENTS; HUME, 1995). No entanto, ao ter como referencial teórico a Fonologia Gestual (BROWMAN; GOLDSTEIN, 1992; ALBANO, 2001), esse transtorno passa a ser associado também a estados gradientes, ou seja, estados intermediários entre dois segmentos contrastantes. De todo modo, em ambas as visões teóricas, é indiscutível o prejuízo do TSF no contraste de sons de uma determinada língua.

Para fins de identificar os contrastes em construção (contrastos encobertos), estudos guiados pela Fonologia Gestual reforçam a necessidade da inclusão de métodos instrumentais na análise de fala (BROWMAN; GOLDSTEIN, 1992; ALBANO, 2001; FALAHATI; MIELKE, 2011; BERTI; FERREIRA-GONÇALVES, 2012; RINALDI; ALBANO, 2012).

Com isso, tem-se observado uma busca crescente pela inclusão de um aparato tecnológico, como as imagens de ultrassonografia de língua para o *feedback* visual, durante todas as etapas da terapia de fala (BERNHARDT *et al.*, 2003; 2005; 2008; ADLER-BOCK *et al.*, 2007; MODHA, 2008; BACSFALVI; BERNHARDT, 2011; LIPETZ; BERNHARDT, 2013; PRESTON; BRICK; LANDI, 2013; BYUN; HITCHCOK; SWARTZ, 2014; PRESTON *et al.*, 2014; 2015; CLELAND; SCOBIE; WRENCH, 2015; HITCHCOCK; BYUN, 2015; BARBERENA *et al.*, 2014; BARBERENA *et al.*, 2017; BARBERENA *et al.*, 2020).

A literatura apresenta muitos estudos relacionados ao uso da ultrassonografia de fala, como é o caso de Lipetz e Bernhardt (2013).

Estes utilizaram a intervenção com o ultrassom no atendimento a um caso de ceceo anterior. A primeira fase da terapia contou com a adoção de imagens de ultrassom e a conscientização sobre a produção dos sons e, a segunda fase, com o trabalho direto da produção dos sons. Os resultados sugeriram que a terapia tradicional (fase dois) foi mais eficaz do que a abordagem alternativa (fase um) para o ceceo anterior. No entanto, a capacidade de auto-monitoramento, a aquisição rápida dos alvos e a manutenção após a intervenção, possivelmente, refletem o conhecimento (conscientização sobre as suas produções e informações articulatorias) obtido na primeira fase do tratamento.

Bacsfalvi e Bernhardt (2011) pesquisaram o atendimento de adultos e adolescentes com deficiência auditiva. Esses concluíram que o uso do *feedback* visual nesses casos foi capaz de propiciar avanços nas habilidades de comunicação oral.

No caso da apraxia de fala, Preston *et al.* (2015) empregaram o *feedback* da ultrassonografia para testar se o treinamento com ultrassom poderia levar a produções perceptualmente precisas do som-alvo. Foi constatado que o *biofeedback* não favoreceu a rápida aquisição ou generalização para os róticos em algumas crianças do estudo.

A eficácia terapêutica do ultrassom como *feedback* visual para pacientes com erros residuais de fala tem sido testada e comprovada (ADLER-BOCK *et al.*, 2007; MODHA *et al.*, 2008; BERNHARDT *et al.*, 2008; PRESTON *et al.*, 2014; HITCHCOCK; BYUN, 2015). Preston *et al.* (2014) comentam que o fato de o sujeito poder observar diretamente a performance de sua habilidade contribui para o entendimento das pistas articulatorias instruídas pelo terapeuta.

A pesquisa de Bernhardt *et al.* (2008), também com erros residuais de fala, observou que após muito tempo de insucesso com a terapia tradicional, o emprego do ultrassom proporcionou melhoras rápidas na produção da fala e, com isso, ofertou motivação para o

paciente. Os autores frisaram também que, embora o ultrassom não pareça ser essencial para o estabelecimento de um segmento, a prática permitiu a ocorrência de produções mais consistentes do alvo e em diferentes contextos.

Assim, as tecnologias vêm sendo testadas e empregadas para modelar com precisão a posição da língua e seus movimentos, assim como, para fornecer o *feedback* em tempo real das tentativas do próprio falante (LIPETZ; BERNHARDT, 2013).

O presente capítulo, apresenta um estudo de caso, cujo o objetivo geral foi investigar a aplicabilidade do *feedback* visual da ultrassonografia e da análise articulatória, durante a terapia fonoaudiológica dos TSF, mais especificamente, durante a aquisição do contraste entre oclusivas alveolares e velares.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a execução dos procedimentos metodológicos respeitou todas as diretrizes ética, para elaborar esse capítulo de livro, podendo averiguar as informações no Comitê de Ética em Pesquisa sob número 14973013.8.0000.5346. Foram realizadas as questões éticas aos responsáveis por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, além disso, também foi respeitado o assentimento da criança acerca da sua participação. Participaram três crianças com diagnóstico de TSF, conforme o quadro explicativo a seguir:

Quadro 1 – Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Identificação dos sujeitos	Sexo	Idade no início da terapia	PCC-R anterior ao início da terapia	Segmentos não adquiridos na primeira análise perceptivo auditiva
S1	M	5:11	72% (DLM)	/k/, /g/, /z/, /ʒ/, /r/ em OM, /r/ em coda, [dʒ]
S2	F	4:11	67,3% (DLM)	/k/, /g/, /s/, /ʃ/, /ʒ/; l; /ʎ/; /r/ em OM, /r/ em coda, [dʒ]

S3	F	5:11	75,3% (DLM)	/k/, /g/, /r/ em OM, /r/ em coda, /s/ em coda
----	---	------	-------------	---

S1: sujeito 1; S2: sujeito 2; S3: sujeito 3; M: masculino; F: feminino; PCC-R: percentual de consoantes corretas revisado; DLM: desvio levemente moderado; OM: *onset medial*.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Todos os sujeitos eram falantes monolíngues do Português Brasileiro (PB), estudantes de escolas públicas de ensino, não apresentavam alterações de audição, voz, do sistema miofuncional orofacial ou de linguagem (com exceção da alteração na produção de alguns contrastes do PB, principalmente com relação aos sons-alvos – /k/ e /g/ – os quais, perceptivo auditivamente, sofriam o processo de anteriorização de oclusivas, além de nunca terem participado de terapia fonoaudiológica previamente.

Para a caracterização da amostra, os sujeitos passaram por algumas avaliações fonoaudiológicas iniciais: avaliação miofuncional orofacial, de praxias, de linguagem, voz e triagem auditiva. Também foi realizada a “Avaliação Fonológica da Criança” (AFC), de Yavas, Hernandorena e Lamprecht (2001), com o intuito de descrever detalhadamente a porcentagem de produção das consoantes.

3 TERAPIA DE FALA

As estratégias terapêuticas utilizadas foram guiadas por princípios teóricos da Fonologia Gestual (FREITAS, 2007; 2012; RODRIGUES, 2007; HODSON; JARDINE, 2009; SCHLIEMANN, 2011), como os descritos a seguir:

- Preocupação com o contraste (FREITAS, 2007; 2012; RODRIGUES, 2007): enfatizar o fone “desviante”, com o contraponto do contraste que está sendo anulado/alterado. Para dar conta desse preceito, as palavras-alvo enfocadas constituíram pares mínimos, contendo os contrastes /k/ x /t/ e /g/ x /d/, entre eles: /'komo/ x /'tomo/; /'kəpo/ x /'təpo/; /'fəko/ x /'fəto/; /'sɛka/

x /'seta/; /'g^ẽso/ x /'d^ẽso/; /'figo/ x /'fido/;

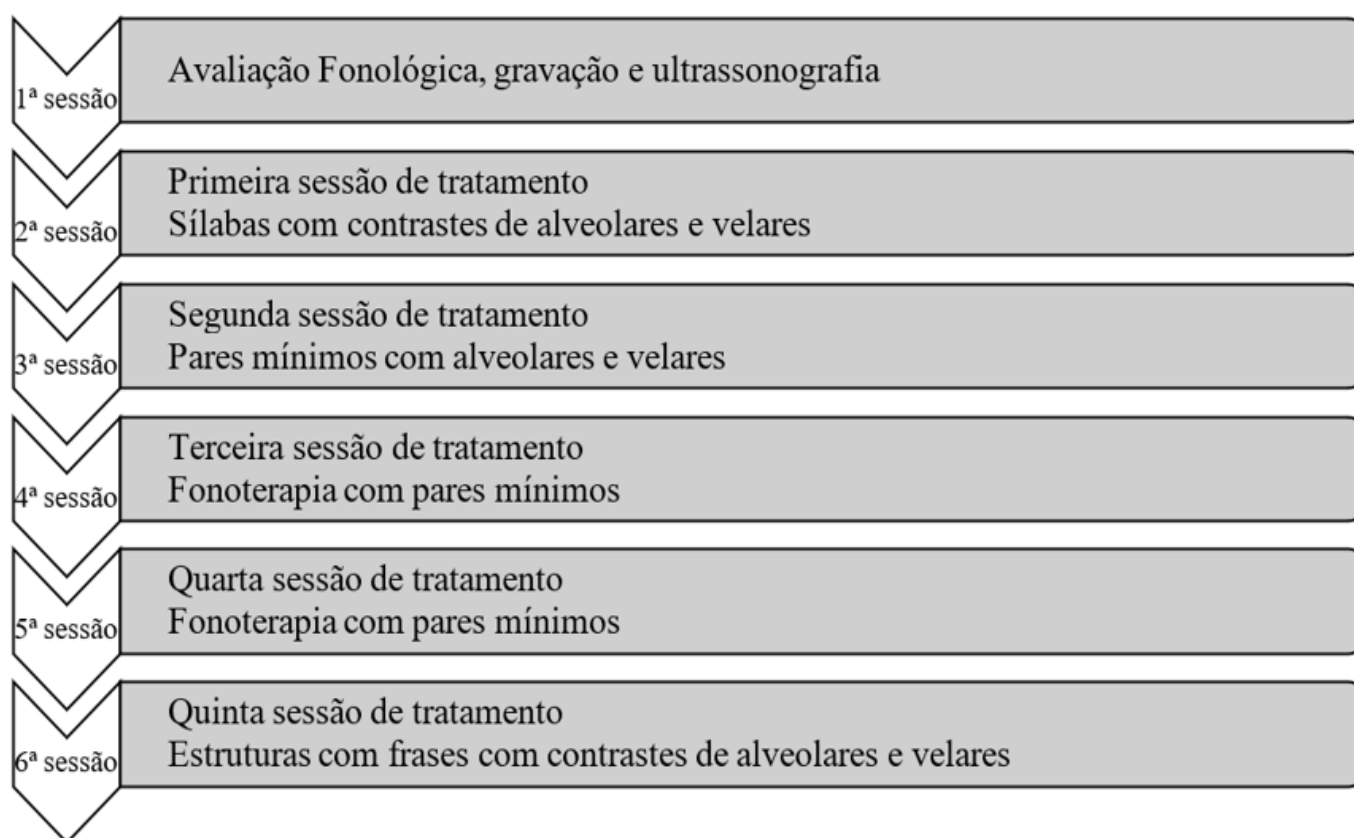
- Adoção de estratégias que valorizem a multimodalidade dos gestos articulatórios, ou seja, que englobe a integração sensorial com a participação de todos os sentidos (FREITAS, 2007; HODSON; JARDINE, 2009; SCHLIEMANN, 2011). Desse modo foram adotadas estratégias como: gravação de áudio durante a nomeação dos pares-mínimos para posterior julgamento perceptivo auditivo das próprias produções; discriminação auditiva do par-mínimo produzido pela terapeuta; identificação do gesto articulatório durante a produção da oclusiva, seja com o auxílio de um espelho (no caso da terapia sem o *feedback* visual) ou das imagens de ultrassonografia do movimento de língua; utilização de uma espátula para sinalizar a região do palato com a qual os articuladores de língua fazem contato durante a produção das constrictões alveolares e velares e, a descrição das pistas articulatórias (local e grau de constrictão dos gestos articulatórios) fornecida pela terapeuta;
- Adoção de estratégias de produção e percepção (FREITAS, 2007; 2012; RODRIGUES, 2007; SCHLIEMANN, 2011): uma terapia baseada nessa teoria não poderia conceber o trabalho desses aspectos de forma dissociada. Alguns exemplos dessas atividades foram citados no item anterior; Conhecimento do funcionamento fonológico da criança (Rodrigues, 2007; Freitas, 2012): uma descrição detalhada e atenta do sistema fônico é importante para definir os contextos fonéticos facilitadores para produção/percepção do contraste. Também se considera importante a identificação de produções gradientes, possibilitada pelo emprego de metodologias instrumentais. Por esse motivo empregou-se a coleta de imagens de ultrassonografia de língua antes, durante e após a intervenção fonoaudiológica. Trabalho com o contraste em diferentes contextos de uso de fala (HODSON;

JARDINE, 2009; FREITAS, 2012): centra-se para além da produção do contraste de maneira isolada ou em palavras, ou seja, focaliza também nos momentos de fala espontânea, para além do ambiente terapêutico. Em razão disto, as oclusivas alveolares e velares foram trabalhadas em sílabas (enfocadas no início do ciclo terapêutico, com o intuito de facilitar a identificação dos gestos articulatórios envolvidos na produção do contraste alvo, para tanto também foram associadas a um contexto linguístico e à representação por meio de figuras), pares mínimos e sentenças (sugeridas pela terapeuta ou inventadas pela própria criança) Quanto à fala espontânea, durante a sessão terapêutica quando surgiam outras palavras contendo oclusivas, a terapeuta reforçava o modelo correto de fala, através do reforço positivo. As estratégias terapêuticas mencionadas foram apresentadas às crianças por meio de atividades lúdicas.

A terapia foi estruturada em sessões terapêuticas individuais, de 45 minutos cada, duas vezes por semana. A cada cinco sessões de terapia foi realizada uma nova coleta de fala, composta pela AFC (YAVAS; HERNANDORENA; LAMPRECHT, 2001) e por uma gravação de áudio e vídeo (imagens de ultrassonografia de língua) durante a produção de palavras contendo as oclusivas /t/, /d/, /k/ e /g/, descrita detalhadamente na seção “Procedimentos para a coleta de dados articulatórios”.

A figura 1 apresenta a estruturação do processo terapêutico.

Figura 1 – Estruturação do processo terapêutico



Fonte: Elaborado pelas autoras.

A terapia de fala permaneceu estruturada dessa forma durante 18 sessões (ou seja, três ciclos), uma vez que nenhuma das crianças incluídas na pesquisa apresentou 80% ou mais de produção correta do som-alvo (quantificado pela AFC), nas segunda e terceira reavaliações realizadas. Após estes três ciclos, a terapia de fala prosseguiu-se com o intuito de trabalhar os outros sons alterados na fala de cada sujeito.

A fim de comparar a terapia com e sem o uso de *feedback* visual, a seleção de uma criança para a participação de um ou de outro

grupo foi realizada com base nas características de sua fala e idade, na tentativa de harmonizar os dois grupos. Com isso, o sujeito S₁ não recebeu o *feedback* visual e os sujeitos S₂ e S₃ receberam.

Reforça-se que a produção das oclusivas alveolares e velares de S₂ e S₃ foi acompanhada pelas imagens do movimento de língua em dois momentos, no início e no final da sessão terapêutica. Portanto, para o *feedback* visual foi utilizada a sonda do ultrassom na região submandibular, em visão sagital, durante, aproximadamente, dez minutos iniciais e finais da sessão de terapia. Foram utilizadas as imagens de língua em tempo real, tanto da produção da própria criança, como da produção da terapeuta, durante a pronúncia dos diferentes estímulos linguísticos (sílabas, pares mínimos e sentenças), conforme o planejamento de cada sessão. Portanto, essa foi a única distinção entre os procedimentos terapêuticos de S₁ e S₂/S₃.

4 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS ARTICULATÓRIOS

Os equipamentos empregados para a gravação dos dados de áudio e vídeo foram: microfone (*Shure – SM48*); pedestal; transdutor endocavitário (*65C10EA – 5 MHz*) acoplado a um ultrassom portátil (*Mindray – DP6600*); computador; caixa de som; cabine acústica; estabilizador de cabeça (*Articulate Instruments Ltd*); unidade *Sync Bright Up* de sincronização de áudio e vídeo (*Articulate Instruments Ltd*) e *Software Articulate Assistant Advanced – AAA* (*Articulate Instruments Ltd*).

O *corpus* utilizado para a coleta de dados perceptivos e articulatórios foi composto por quatro palavras do PB, todas dissílabas, paroxítonas, com as consoantes oclusivas em *onset* inicial e no contexto vocálico de /a/ (/’kapa/, /’tapa/, /’galo/ e /’dara/).

Essas palavras foram extraídas ou embasadas pelos critérios de seleção de palavras apresentados no Instrumento de Avaliação de Fala para Análise Acústica (IAFAC) (BERTI; PAGLIUSO; LACAVA, 2009).

O procedimento experimental consistiu em solicitar à criança seis repetições de cada uma das palavras no interior de uma frase-veículo (“Fala ____ de novo”). Para isso, as palavras do *corpus* foram representadas por figuras e apresentadas por meio da tela do computador para a nomeação. Para facilitar a nomeação e se certificar que o sujeito identificava as figuras, previamente ao início da coleta foi realizada uma tarefa de reconhecimento.

Durante a gravação os sujeitos permaneceram sentados, com postura ereta, no interior de uma cabine acústica. O transdutor do ultrassom foi posicionado na região submandibular de modo fixo, preso ao estabilizador de cabeça (*Articulate Instruments Ltd*). Para possibilitar a aquisição das imagens com o ultrassom foi utilizado um gel para o contato do transdutor com a pele dos sujeitos. Os sujeitos foram orientados a nomear as figuras em padrão vocal habitual (intensidade, frequência e velocidade), sob a supervisão de uma das pesquisadoras que também permanecia no interior da cabine. O tempo de cada coleta variou de 15 a 20 minutos.

Esse procedimento foi realizado quatro vezes durante a terapia de fala (avaliação inicial e reavaliações), como descrito:

- Coleta 1: coleta inicial, anterior ao início dos procedimentos terapêuticos;
- Coleta 2: após cinco sessões de fonoterapia;
- Coleta 3: após dez sessões de fonoterapia e;
- Coleta 4: coleta final, após 15 sessões.

5 ANÁLISES

Tanto para a análise perceptual, como para a análise dos dados articulatórios, foram consideradas cinco repetições de cada palavra do corpus. Portanto, foram analisados um total de 240 segmentos oclusivos (4 palavras x 5 repetições x 3 sujeitos x 4 coletas = 240).

5.1 Análise perceptivo-auditiva

A primeira análise diz respeito aos percentuais de produção correta das oclusivas [t], [d], [k] e [g], obtidos com a análise perceptivo auditiva das quatro coletas realizadas durante a terapia fonoaudiológica. Portanto, a mesma amostra de fala submetida à análise articulatória, também foi julgada perceptualmente.

Com o intuito de realizar a confiabilidade entre julgadoras, essa amostra de fala foi julgada pela fonoaudióloga responsável pela terapia e por mais duas julgadoras, também com experiência em transcrição fonética e não envolvidas no atendimento dos sujeitos da pesquisa. Essas duas outras julgadoras ouviram e julgaram as 240 frases-veículos incluídas na análise do estudo. Após ser contabilizado o percentual de concordância entre as três julgadoras no que diz respeito ao emprego do contraste alveolar *versus* velar, foi obtida a porcentagem de 99% de concordância.

Para a análise das generalizações estruturais alcançadas com a terapia, foi realizada a comparação dos percentuais entre a AFC/inicial (AFC/I) e AFC/final (AFC/F), obtidos com a análise perceptivo auditiva e análise contrastiva.

Dessa forma, a AFC/I corresponde à coleta inicial, anterior ao início dos procedimentos terapêuticos e, a AFC/F se refere à coleta final, realizada logo após o término da terapia. Os tipos de generalizações investigados foram:

- “A itens não utilizados no tratamento” (outras palavras): foram analisados os percentuais de produção correta de [t], [d], [k] e [g] em palavras diferentes dos pares mínimos estimulados em terapia;
- “Para outra posição na palavra”: foram analisados os percentuais de produção correta de [t], [d], [k] e [g] na posição de *onset* medial, posição silábica não estimulada em terapia e;
- “Para outra classe de som”: foram analisados os percentuais de produção correta em outras classes de sons, as quais também não se encontravam adquiridas, além da classe das oclusivas.

Também foi realizada a confiabilidade entre julgadoras em relação à amostra da AFC. Para isso, a primeira julgadora (terapeuta responsável pela terapia) transcreveu todas as avaliações por completo e uma segunda julgadora, com experiência em transcrição fonética e não envolvida no processo terapêutico, julgou, independentemente, 20% do total das amostras de fala obtidas durante a terapia. Nesse caso, a porcentagem de concordância entre as julgadoras foi 79%.

5.2 Análise articulatória (imagens de ultrassonografia de língua)

Como mencionado anteriormente, tanto a captação de áudio e imagens de ultrassom, como a análise dessas imagens, foram realizadas com o uso do *Software AAA*. Destaca-se que a sincronização de áudio e vídeo foi realizada por meio da unidade *Sync Bright Up*.

Para a análise articulatória dos dados ultrassonográficos das oclusivas ([t], [d], [k] e [g]), com base no espectrograma fornecido pelo programa, guiou-se pelo registro acústico relativo ao final da segunda vogal da palavra “Fala” e ao início da oclusão, até o início

da vogal seguinte à oclusiva a ser analisada.

Na sequência procurou-se pelo instante de máxima elevação da língua durante a produção da oclusiva (KOCHETOV *et al.*, 2012; KOCHETOV *et al.*, 2014) e nesse momento foi realizado um traçado (*spline*) sob a superfície da língua, em corte sagital.

Foram excluídos da análise cinco segmentos oclusivos que apresentaram imagem pouco visível para alguma das partes da língua (anterior ou posterior).

Após traçar todas as *splines* para cada uma das cinco repetições da consoante oclusiva, foi calculado um valor médio independentemente para cada um dos 42 eixos ou raios da *fan* por meio de um comando do *software*, o qual fornece o desenho do contorno médio da língua com base nesses 42 pontos. Da mesma forma, são ofertados dois desvios padrão. Posteriormente, foram comparadas para cada sujeito duas *splines* média para cada um dos contrastes investigados ([t] x [k] e [d] x [g]), para isso foi aplicado um *Teste t* para cada eixo da *fan*, recurso também oferecido pelo *software*, com $p < 5\%$.

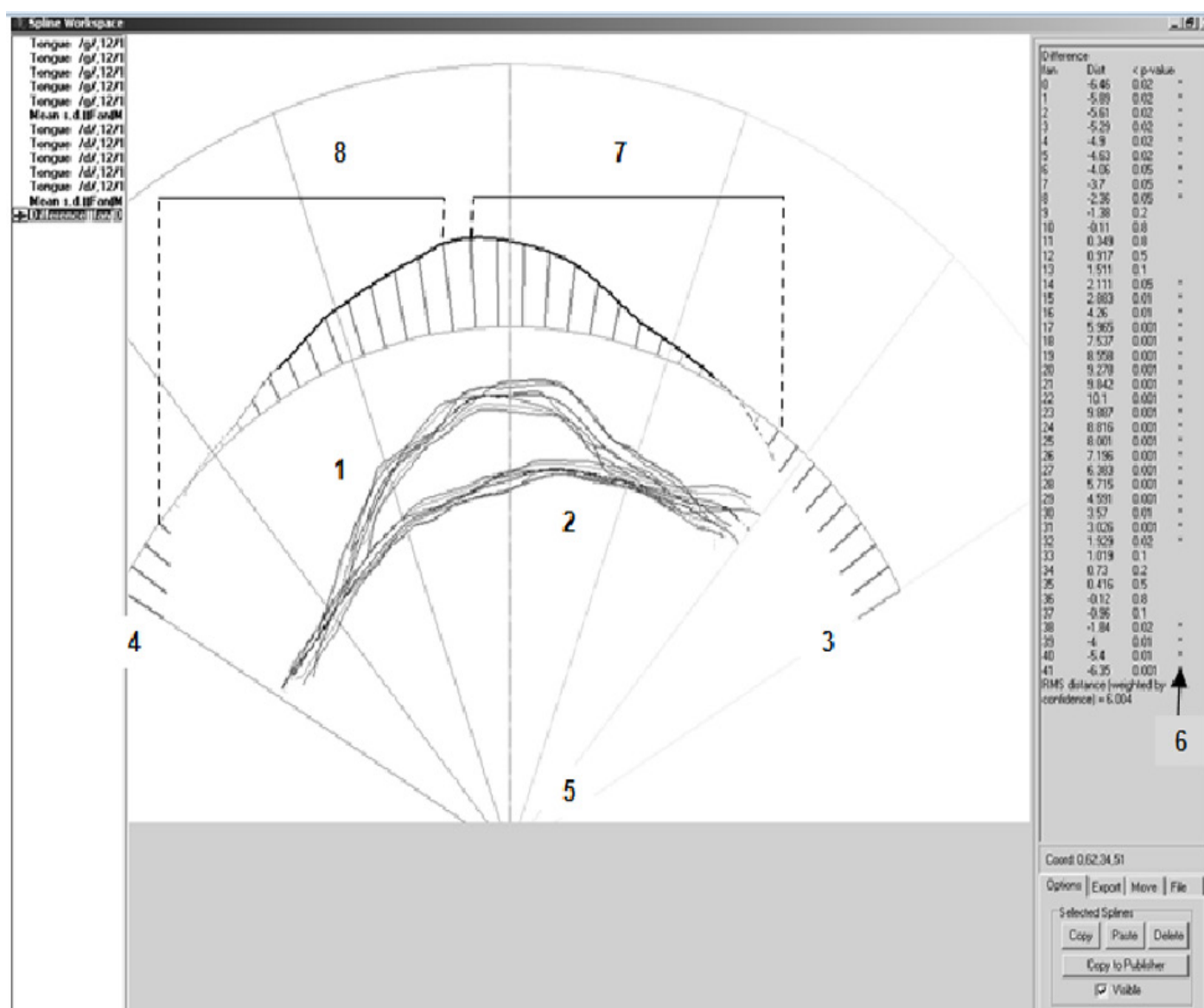
Com a aplicação desse teste estatístico foi contabilizado o número total de eixos que as duas *splines* médias estavam cruzando, o número obtido foi dividido por dois, a fim de dividir a língua em duas regiões, anterior e posterior. Quando o número total de eixos correspondia a um número ímpar, o eixo excedente foi contabilizado como pertencente à região anterior. Assim, com a determinação do número total de eixos para cada região foi levantado o número de eixos significantes na região anterior e na região posterior. Os eixos significantes apontados pelo *Teste t* correspondiam, portanto, aos eixos em que as duas curvas médias de língua (oclusiva alveolar x oclusiva velar) mostravam diferenças estatisticamente significantes entre elas.

Por fim, foi realizado o cálculo da proporção de eixos significantes de cada região. Esse cálculo foi realizado pela divisão

do número de eixos significantes da região anterior de língua, pelo número total de eixos dessa mesma região e, então, multiplicado por 100. Esse procedimento foi conduzido de maneira semelhante com relação à região posterior de língua.

A figura 2 ilustra a janela do *software* com a comparação estatística entre duas *splines* média de língua e com a divisão das regiões anterior e posterior de língua.

Figura 2 – Janela do *software* com a comparação estatística entre duas *splines* média de língua e com a divisão das regiões anterior e posterior de língua



Fonte: Elaborada pelas autoras a partir do *software* AAA.

Além da coleta de dados articulatórios quantitativos, também foi realizada uma descrição dos gestos de língua durante a produção

das oclusivas [t], [d], [k] e [g]. A interpretação das imagens de língua foi embasada pelos descritores gestuais propostos pela Fonologia Gestual, esses por sua vez baseiam-se nas variáveis do trato, inicialmente descritas por Browman e Goldstein (1992). As variáveis consideradas foram:

- Local de constrição da ponta da língua (LCPL)
- Grau de constrição da ponta da língua (GCPL);
- Local de constrição do corpo da língua (LCCL);
- Grau de constrição do corpo da língua (GCCL).

6 RESULTADOS

6.1 Análise perceptivo-auditiva

Em relação ao julgamento perceptivo da amostra de fala também submetida para análise articulatória, os três sujeitos da pesquisa apresentaram 100% de produção correta de [t] e [d], nas quatro coletas de fala (tabela 1).

O S₂, tratado com o recurso do *feedback* visual do ultrassom, foi o primeiro sujeito a apresentar percentual de produção correta de consoantes velares durante o transcorrer da terapia. Porém, a estabilização da produção do contraste foi observada a partir da terceira coleta de fala. Dados também apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Dados referentes ao julgamento perceptivo auditivo da mesma amostra de fala submetida à análise articulatória, nas quatro coletas de fala realizadas durante a terapia

SUJEITOS	OCCLUSIVA	C1	C2	C3	C4
S1	[t]	100%	100%	100%	100%
	[k]	0%	0%	100%	100%
	[d]	100%	100%	100%	100%
	[g]	0%	0%	100%	100%

AQUISIÇÃO ATÍPICA DA LINGUAGEM

S2	[t]	100%	100%	100%	100%
	[k]	0%	40%	50%	100%
	[d]	100%	100%	100%	100%
	[g]	0%	40%	100%	100%
S3	[t]	100%	100%	100%	100%
	[k]	0%	0%	100%	100%
	[d]	100%	100%	100%	100%
	[g]	0%	0%	80%	100%

S1: Sujeito 1; S2: Sujeito 2; S3: Sujeito 3; C1: Coleta 1; C2: Coleta 2; C3: Coleta 3; C4: Coleta 4.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A partir da comparação entre as análises perceptivo auditiva da AFC/I e AFC/F foi observada a alta ocorrência de “Generalização a itens não utilizados no tratamento” e “Generalização para outra posição na palavra”. Quanto ao terceiro tipo de generalização investigado, “Generalização para outra classe de sons”, foram verificados baixos percentuais de generalização, com exceção das líquidas laterais do S2 (tabelas 2, 3 e 4).

Tabela 2 – Dados de “Generalização a itens não utilizados no tratamento”

Sujeitos	Oclusiva /k/			Oclusiva /g/		
	% Produção Correta na AFC/I	% Produção Correta na AFC/F	% de Generalização	% Produção Correta na AFC/I	% Produção Correta na AFC/F	% de Generalização
S1	0	84	84	25	100	75
S2	0	100	100	29	89	60
S3	0	81	81	0	90	90

S1: Sujeito 1; S2: Sujeito 2; S3: Sujeito 3; AFC/I: Avaliação Fonológica da Criança Inicial; AFC/F: Avaliação Fonológica da Criança Final.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tabela 3 – Dados de “Generalização para outra posição na palavra”

AQUISIÇÃO ATÍPICA DA LINGUAGEM

Sujeitos	Oclusiva /k/			Oclusiva /g/		
	% Produção Correta na AFC/I	% Produção Correta na AFC/F	% de Generalização	% Produção Correta na AFC/I	% Produção Correta na AFC/F	% de Generalização
S1	0	84	84	25	100	75
S2	0	100	100	29	89	60
S3	0	81	81	0	90	90

OM: Onset inicial; S1: Sujeito 1; S2: Sujeito 2; S3: Sujeito 3; AFC/I: Avaliação Fonológica da Criança Inicial; AFC/F: Avaliação Fonológica da Criança Final.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tabela 4 - Dados de "Generalização para outra classe de sons"

Sujeitos	Classe de sons	Sons não estimulados	% Produção Correta na AFC/I	% Produção Correta na AFC/F	% de Generalização
S1	Fricativas	[z]	75	83	8
		[ʒ]	55	55	0
	Líquidas	[R]	0	0	0
		(onset simples)			
		[R]	0	0	0
Africada	[dʒ]	40	67	27	
S2	Fricativas	[s]	76	94	18
		[ʃ]	30	0	0
		[ʒ]	30	0	0
	Líquidas	[l]	31	100	69
		[ʎ]	22	86	64
		[r]	0	9	9
		(onset simples)			
	[R]	16	6	10	
(coda)					
Africada	[dʒ]	67	100	33	
S3	Líquidas	[R]	0	0	0
		(onset simples)			
[R]	0	17	17		

AQUISIÇÃO ATÍPICA DA LINGUAGEM

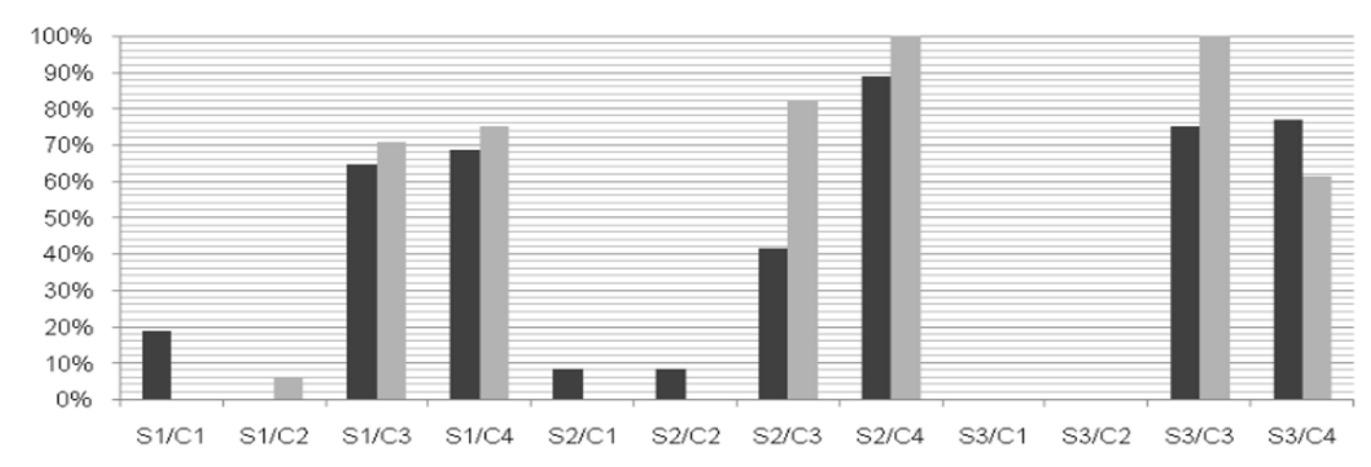
	(coda)		
Fricativa	[s]	71	100
	(coda)		

S1: Sujeito 1; S2: Sujeito 2; S3: Sujeito 3; AFC/I: Avaliação Fonológica da Criança Inicial; AFC/F: Avaliação Fonológica da Criança Final.

6.1.1 Análise articulatória (imagens de ultrassonografia de língua)

Ao confrontar o contraste de [t] *versus* [k] por meio de análise articulatória verificou-se que a proporção de eixos significantes, sinalizando para uma diferença entre as *splines* de língua, aumentou a partir da coleta 3 para todos os sujeitos investigados. Mesmo não tendo realizado a comparação estatística dos dados foi observada uma leve tendência de maior proporção de eixos significantes para os dois sujeitos tratados com o *feedback* visual da ultrassonografia (S2 e S3). Com relação às regiões anterior e posterior de língua, não foi observada uma distinção consistente entre elas (figura 3).

Figura 3- Apresentação do percentual da região anterior e posterior de língua



Percentual da região anterior de língua X Percentual da região posterior de língua.

Fonte: Elaborada pelas autoras.

No que se refere ao contraste entre [d] versus [g], o S1 apresentou indícios mais consistentes da distinção entre as *splines* a partir da coleta 3. O S2, diferentemente do que foi observado com a análise perceptivo auditiva, mostrou distinções entre as oclusivas desde a primeira coleta de fala, tornando-se mais evidentes também a partir da coleta 3. Ainda é interessante relacionar o fato de que o S2 além de ter sido o primeiro a apresentar produções articulatórias distintas entre as oclusivas, foi também o primeiro a produzir oclusivas velares identificadas por análise perceptivo-auditiva, conforme apresentado na tabela 1. Por fim, em relação ao S3, foi observada 100% de proporção de eixos significantes na região posterior de língua na coleta 3 e, na coleta 4, ambas as regiões apresentaram proporções de significância menos distintas.

A figura 4 apresenta as curvas de língua de [t] x [k] e [d] x [g], para cada sujeito, nas quatro coletas dos dados de fala.

Quanto à descrição dos gestos de língua durante a produção das oclusivas investigadas, também foi observada durante as quatro coletas de fala uma maior diferenciação das *splines* de língua a partir da coleta 3.

De modo geral, para os três sujeitos da pesquisa, nas duas primeiras coletas realizadas parece haver uma tendência de elevação e anteriorização da ponta de língua em direção aos alvéolos, para todas as oclusivas pesquisadas ([t], [d], [k] e [g]). Todavia, na coleta 3 e 4, as *splines* de [k] e [g] passaram a apresentar uma elevação e retração do dorso de língua em direção à região posterior do palato. Também se destaca o notável abaixamento da ponta de língua, concordando com o padrão adulto. As evoluções apreendidas no transcorrer da terapia também parecem ir ao encontro dos dados articulatorios descritos anteriormente.

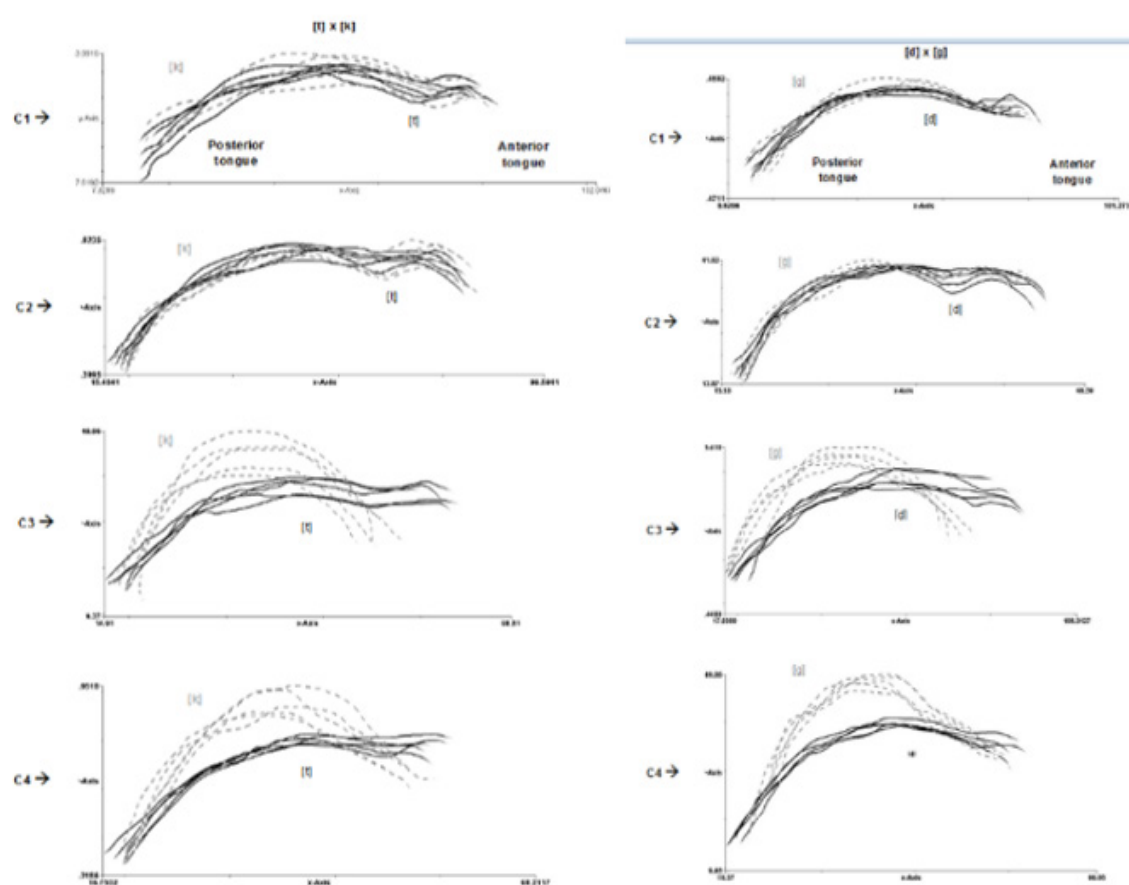
Mesmo não possuindo a referência dos articuladores passivos (sejam os alvéolos, no caso das consoantes alveolares, ou o véu palatino, para as oclusivas velares), supõe-se, respectivamente, a

produção de um gesto de ponta e dorso de língua de grau fechado, característico dos segmentos oclusivos.

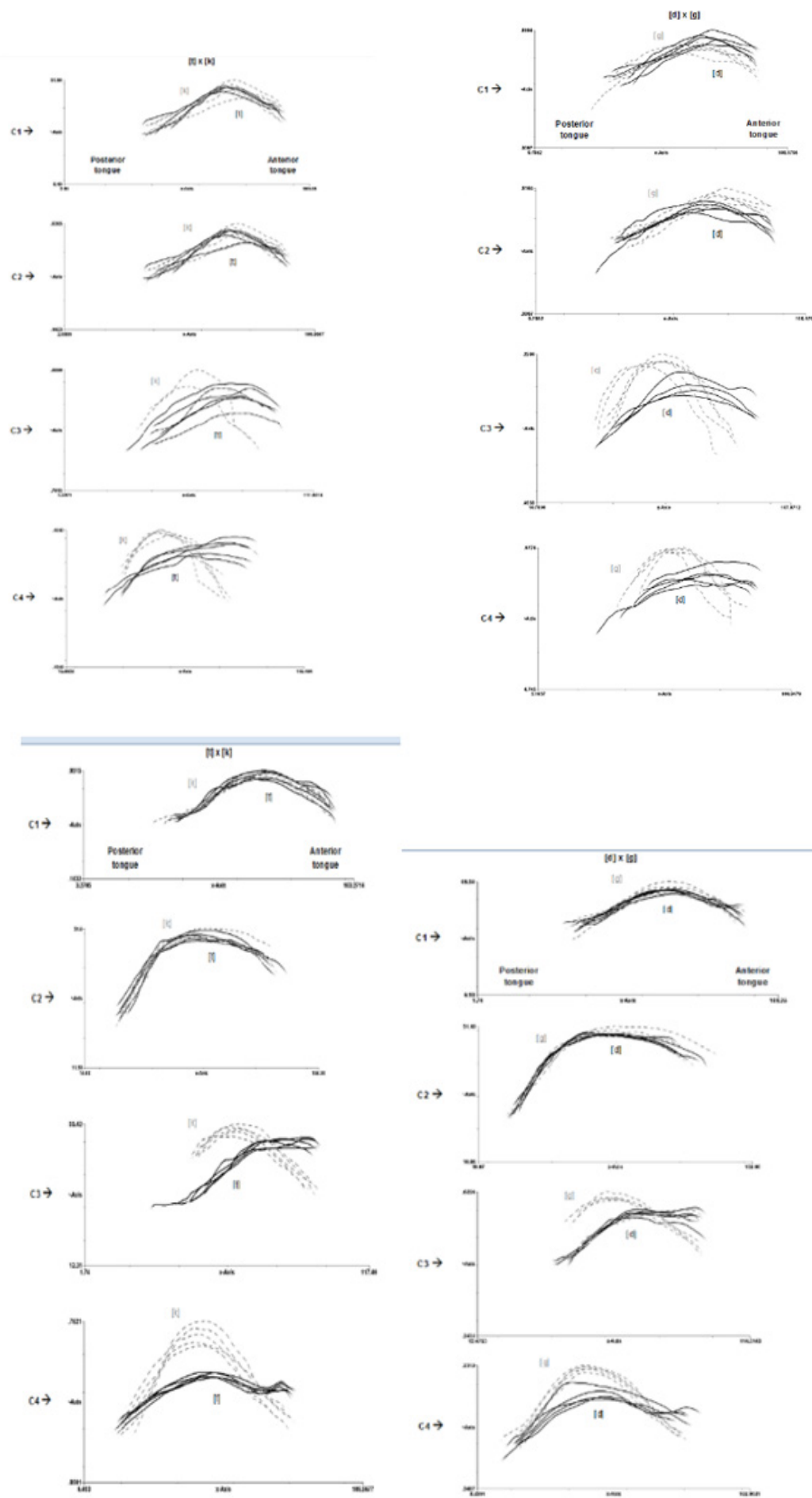
Também pode ser destacado algum grau de variabilidade do traçado das curvas de língua, mais evidentes durante a produção de [k], do S1, nas coletas 3 e 4 e, do mesmo modo, para as mesmas coletas do S2, tanto para os segmentos velares, como para as alveolares.

Nos dados de S3, em uma das repetições da oclusiva [d], da coleta 4, é observado um gesto de dorso de língua, não esperado durante a produção de uma constricção alveolar.

Figura 4 - Curvas de língua de [t] x [k] e [d] x [g], para cada sujeito, nas quatro coletas dos dados de fala.



AQUISIÇÃO ATÍPICA DA LINGUAGEM



Fonte: elaborado pelas autoras

Com base na descrição dos resultados não pôde ser confirmada uma distinção evidente entre os métodos terapêuticos com e sem a utilização de *feedback* visual das imagens de ultrassom de língua. Todos os sujeitos investigados (S_1 versus S_2/S_3) apresentaram dados semelhantes durante o processo de aquisição e estabilização das oclusivas, não sendo possível afirmar a existência de aquisição mais rápida ou com maior evidência de produção correta dos alvos entre os dois tipos de terapia.

7 DISCUSSÃO

Os procedimentos terapêuticos empregados neste estudo foram embasados em outras pesquisas com terapia de fala, que também tiveram por base a teoria da Fonologia Gestual (FREITAS, 2007; 2012; RODRIGUES, 2007; HODSON; JARDINE, 2009; SCHLIEMANN, 2011). Dados presentes na literatura mencionam a superação de dificuldades relacionadas ao sistema fônico por meio de uma terapia com princípios da Fonologia Gestual e com dados do PB (FREITAS, 2007; 2012; RODRIGUES, 2007; SCHLIEMANN, 2011).

Os achados apontam para uma contribuição da terapia na superação da estratégia de anteriorização de oclusivas velares, uma vez que todos os sujeitos incluídos no estudo apresentaram produções padrão das oclusivas ao final de três ciclos de intervenção terapêutica.

Por exemplo, com os resultados obtidos com a análise de julgadores foram confirmados os benefícios da terapia de fala empregada para os sujeitos, com indícios da estabilização dos segmentos velares após, em média, dez sessões de terapia de fala.

Os dados de generalização estrutural aqui descritos evidenciam a alta ocorrência de “Generalização para outras palavras”, bem

como, de “Generalização para outra posição na palavra”. Apenas a “Generalização para outra classe de sons” não foi comprovada através de altos percentuais de ocorrências, com exceção da generalização para as líquidas laterais, [l] e [ʎ] do S2.

Cleland, Scobbie e Wrench (2015) também pesquisaram os percentuais de generalização dos alvos de tratamento em dados de anteriorização de velares do Inglês. Dos quatro sujeitos que apresentaram essa instabilidade fônica, apenas um deles continuou com 0% de produção correta de /k/ após a terapia de fala com o emprego do *feedback* das imagens de ultrassonografia, demonstrando a ausência de generalização através das sondagens julgadas perceptivo auditivamente e, também, pela configuração das curvas de língua.

Dados de generalização e a aplicação do *feedback* visual do ultrassom também foram levantados durante a terapia para superação de erros residuais de fala. Foi descrita a observação de generalizações para outra estrutura silábica (som-alvo treinado em *onset* simples e generalizado para o *onset* complexo) e, ainda, generalizações para o nível de sentenças (PRESTON *et al.*, 2014). Contudo, Preston *et al.* (2015) não observaram os mesmos resultados para dados de generalização de róticos, de sujeitos com apraxia de fala.

Quanto aos parâmetros articulatórios propostos neste trabalho (proporção de eixos significantes na região anterior e posterior de língua e descrição das curvas de língua), esses também marcaram os avanços em relação à produção do contraste investigado, aproximadamente no mesmo período indicado pela análise de oitiva.

Do mesmo modo em relação aos achados observados com a descrição das *splines* de língua. Foi identificada após algum tempo de intervenção fonoaudiológica, uma semelhança da configuração das curvas de língua dos sujeitos investigados com

os gestos articulatórios descritos por Berti (2013), para um falante com desenvolvimento típico de fala. Para os segmentos oclusivos alveolares a autora observou uma anteriorização e elevação da ponta da língua em direção aos alvéolos, contrariamente às oclusivas velares, as quais eram produzidas com uma retração e elevação do dorso de língua em direção ao véu palatino.

Confirmando também algumas descrições das consoantes oclusivas citadas anteriormente (RUSSO; BEHLAU, 1993; LADEFOGED; MADDIESON, 1996), porém, não embasadas por um aparato instrumental, com acesso ao interior da cavidade oral, como no caso das imagens de ultrassonografia dos gestos de ponta e dorso de língua.

Além da variabilidade observada das curvas de língua durante a repetição de alguns segmentos oclusivos, a realização de um gesto de dorso de língua durante a produção de uma constricção alveolar também chama a atenção. Tal gesto de dorso de língua para [d] pode estar relacionado ao fato de a criança estar em processo de terapia e mudanças (ainda recentes, ou emergentes) dos padrões de fala. Em momentos de instabilidade, com o sistema aberto e propenso a alterações, a nova tendência a posteriorizar as produções de /k/ e /g/ que antes eram anteriorizadas, pode influenciar na “intrusão” do uso do gesto de dorso de língua, inclusive, na produção de oclusivas alveolares, uma vez que, é de interesse para o sistema fônico a distinção efetiva de um contraste e não apenas o acerto de um alvo. Ou ainda, conforme citado por Freitas (2012), pode se tratar da produção de “flutuações”, as quais representam diferentes tentativas de marcação de um determinado gesto articulatório.

Várias pesquisas já descreveram as evoluções terapêuticas ofertadas com o emprego do *feedback* das imagens de ultrassom de língua (BERNHARDT *et al.*, 2003; 2005; 2008; ADLER-BOCK *et al.*, 2007; MODHA *et al.*, 2008; BACSFALVI; BERNHARDT, 2011; PRESTON; BRICK; LANDI, 2013; BYUN; HITCHCOK; SWARTZ,

2014; PRESTON *et al.*, 2014; 2015; CLELAND; SCOBIE; WRENCH, 2015; HITCHCOCK; BYUN, 2015). Os achados aqui evidenciados aparentemente não sinalizaram diferenças evidentes entre os recursos terapêuticos com ou sem a adoção do *feedback* visual, contrariando uma das hipóteses iniciais do estudo.

Entretanto, essa evidência deve ser cuidadosamente interpretada, não podendo ser generalizada a todos os casos de TSF e instabilidade fônica na produção de oclusivas velares.

Mas também a mesma conduz para outra interpretação dos dados, ou seja, pode-se pensar que alguns contrastes fônicos sejam facilmente perceptíveis por meio de uma terapia tradicional. Como no caso de oclusivas, é relativamente fácil identificar o ponto de articulação no momento da constrição, por essa razão, se torna acessível mostrar para a criança o ponto de articulação de oclusivas usando pistas visuais e/ou sensório-motoras. Outros contrastes são mais complexos nesse sentido, por exemplo, a distinção [ʎ] x [j]; a produção da retroflexa [ɻ] do Inglês e o tepe [ɽ] do PB. Assim, a complexidade de determinados contrastes pode ser um fator que justifique o fato de a inclusão do *feedback* visual trazer ou não diferenças significantes para os resultados terapêuticos.

Além disso, não se pode descartar a influência do posicionamento clínico de base, fundamentado em uma teoria dinâmica de fala (a Fonologia Gestual) e, ainda, do método instrumental empregado para acompanhar/analisar as mudanças fônicas em relação à produção do contraste durante o processo terapêutico.

No momento destas análises não foram encontradas referências que tenham trabalhado com o mesmo design estipulado para este trabalho (BERNHARDT *et al.*, 2003; 2008; ADLER-BOCK *et al.*, 2007; MODHA, 2008; BACSFALVI; BERNHARDT, 2011; LIPETZ; BERNHARDT, 2013; PRESTON; BRICK; LANDI, 2013; BYUN; HITCHCOK; SWARTZ, 2014; PRESTON *et al.*, 2014;

2015; CLELAND; SCOBIE; WRENCH, 2015; HITCHCOCK; BYUN, 2015). Esses estudos não questionam os progressos terapêuticos ofertados pelas imagens de ultrassonografia em pacientes ainda não estimulados por qualquer tipo de terapia fonoaudiológica anterior. Em sua maioria detêm-se na investigação da contribuição desse recurso tecnológico principalmente nos casos de dificuldade de fala persistente, em que outro tipo de terapia tradicional não tenha sido satisfatório.

A vasta maioria dos estudos que utilizaram o *feedback* da ultrassonografia como alternativa de tratamento detiveram-se na descrição de tarefas de julgamento perceptivo auditivo (BERNHARDT *et al.*, 2003; 2008; MODHA *et al.*, 2008; BACSFALVI; BERNHARDT, 2011; LIPETZ; BERNHARDT, 2013; PRESTON; BRICK; LANDI, 2013; BYUN; HITCHCOCK; SWARTZ, 2014; PRESTON *et al.*, 2014; 2015; CLELAND; SCOBIE; WRENCH, 2015; HITCHCOCK; BYUN, 2015) e, em menor número, de pistas acústicas (ADLER-BOCK *et al.*, 2007; MODHA, 2008) ou, de descrição das curvas de língua obtidas pré e pós terapia (ADLER-BOCK *et al.*, 2007; CLELAND; SCOBIE; WRENCH, 2015).

Quanto à evidência de contrastes gradientes durante a aquisição dos sons oclusivos no transcorrer da terapia, essa não foi observada por meio dos parâmetros articulatórios aqui adotados.

Uma vez sendo os contrastes encobertos já vigorosamente descritos na literatura, é possível associar a ausência de estados gradientes durante a terapia de fala aqui conduzida, em função da falta de sensibilidade do parâmetro articulatório estático adotado no presente estudo (ou seja, parâmetro baseado em um ponto único da trajetória dos gestos articulatórios, nesse caso, no ponto de maior constrição da língua). Pode-se pensar que a inclusão de outros parâmetros, como os de análise temporal possam resgatar as gradiências das produções infantis, as quais a presente análise não possibilitou.

Entretanto, os mesmos parâmetros articulatórios foram capazes de distinguir o contraste entre as oclusivas alveolares e velares, marcando expressivas diferenças entre os pares de segmentos estudados ([t] x [k] e [d] x [g]) a partir da terceira coleta de fala.

8 CONCLUSÃO

Destacam-se as considerações sobre a conclusão:

- Os procedimentos terapêuticos propostos e embasados pela teoria da Fonologia Gestual, foram eficazes para a aquisição e estabilização do contraste fônico entre as oclusivas alveolares e velares, confirmando assim, a primeira hipótese da pesquisa;
- A hipótese dois não pode ser comprovada, em virtude de que não foram observadas diferenças evidentes entre a terapia de fala abordada com ou sem o recurso do *feedback* visual das imagens de ultrassom. Os três sujeitos investigados apresentaram evoluções evidentes na produção dos segmentos oclusivos a partir da terceira coleta, ou seja, após dez sessões de atendimento fonoaudiológico;
- Quanto à distinção das análises de julgamento perceptivo auditivo e análise articulatória, também não foi constatada a hipótese de que a análise ultrassonográfica dos movimentos de língua seria mais sensível na detecção do contraste em aquisição, como no caso dos contrastes gradientes ou encobertos. Porém, a análise articulatória aqui proposta apontou distinções do contraste fônico pesquisado, com isso, os parâmetros articulatórios adotados (proporção de eixos significantes para a região anterior e posterior de língua e análise descritiva dos gestos articulatórios de ponta e dorso de língua) parecem também sinalizar as diferenças entre as oclusivas alveolares e velares, na fala dos sujeitos com TSF, especialmente quando essas diferenças

se tornaram distintas também auditivamente.

REFERÊNCIAS

ADLER-BOCK, M.; BERNHARDT, B. M.; GICK, B.; BACSFALVI, P. The use of ultrasound in remediation of North American English /r/ in 2 adolescents. **American Journal of Speech-Language Pathology**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 128-139, 2007. Disponível em: <https://pubs.asha.org/doi/full/10.1044/1058-0360%282007/017%29>. Acesso em: 12 jul. 2021.

Albano, E. C. **O gesto e suas bordas**: esboço de fonologia acústico-articulatória do Português Brasileiro. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2001.

BACSFALVI, P.; BERNHARDT, B. M. Long-term outcomes of speech therapy for seven adolescents with visual feedback technologies: ultrasound and electropalatography. **Clinical Linguistics & Phonetics**, [S.l.], v. 25, n. 11-12, p. 1034-1043, 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/02699206.2011.618236>. Acesso em: 16 jun. 2021.

BARBERENA, L. D. S.; BRASIL, B. D. C.; MELO, R. M.; MEZZOMO, C. L.; MOTA, H. B.; KESKE-SOARES, M. Aplicabilidade da ultrassonografia na Fonoaudiologia. **CoDAS**, São Paulo, SP, v. 26, p. 520-530, nov. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/GsBMPMGcdD8YwxVX3dy5DxB/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 02 jun. 2021.

BARBERENA, L. D. S.; ROSADO, I. M.; MORAES, D. A. D. O.; BERTI, L. C.; KESKE-SOARES, M. Ultrassonografia dos movimentos de língua do som /l/ e caracterização por gênero em crianças com desenvolvimento típico e atípico de fala. **Revista CEFAC**, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/3dQ3Gf6GLQk8nXtjXL3LRzg/?lang=pt>. Acesso em: 16 jun. 2021.

BARBERENA, L. D. S.; PORTALETE, C. R.; MORAES, D. A. D. O.; BERTI, L. C.; KESKE-SOARES, M. Movimentos de língua na produção do /l/ em crianças com e sem distúrbios dos sons da fala em diferentes faixas etárias. **CoDAS**, [S.l.], v. 32, n. 5, p. 1-10, nov. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/qtWgZFJLk5bZwmnbZGkS4cw/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 14 jun. 2021.

BARBERENA, L. D. S.; SIMONI, S. N. D.; SOUZA, R. C. S. D.; MORAES, D. A. D. O.; BERTI, L. C.; KESKE-SOARES, M. Análise quantitativa das curvas de língua na avaliação ultrassonográfica da fala para o som [j] em adultos e crianças. **CoDAS**, [S.l.], v. 29, n. 6, dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/>

nWWQ6FYDMmxQ6WSG44SFSFx/abstract/?lang=pt. Acesso em: 06 ago. 2021.

BERNHARDT, B. M. *et al.* Ultrasound as visual feedback in speech habilitation: exploring consultative use in rural British Columbia, Canada. **Clinical Linguistics & Phonetics**, [S.l.], v. 22, n. 2, p. 149-162, 2008. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02699200701801225>. Acesso em: 16 jun. 2021.

BERNHARDT, B. *et al.* Ultrasound in speech therapy with adolescents and adults. **Clinical Linguistics & Phonetics**, [S.l.], v. 19, n. 6-7, p. 605-617, 2005. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02699200500114028>. Acesso em: 16 jun. 2021.

BERNHARDT, B. *et al.* Speech habilitation of hard of hearing adolescents using electropalatography and ultrasound as evaluated by trained listeners. **Clinical Linguistics & Phonetics**, [S.l.], v. 17, n. 3, p. 199-216, 2003. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0269920031000071451>. Acesso em: 29 abr. 2021.

BERTI, L. C. Investigação ultrassonográfica dos erros de fala infantil à luz da Fonologia Gestual. In: FERREIRA-GONÇALVES, G.; BRUM-DE-PAULA, M. (ed.). **Dinâmica dos movimentos articulatorios: sons, gestos e imagens**. Pelotas, RS: Ed. UFPel, 2013. p. 127-144.

BERTI, L. C.; FERREIRA-GONÇALVES, G. A aquisição do contraste /t/ e /k/ sob a ótica dinâmica. **Revista da ABRALIN**, São Paulo, SP, v. 11, n. 1, p. 139-196, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/115430>. Acesso em: 06 jul. 2021.

BERTI, L. C.; PAGLIUSO, A.; LACAVAL, F. Instrumento de avaliação de fala para análise acústica (IAFAC) baseado em critérios linguísticos. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, São Paulo, SP, v. 14, n. 4, p. 305-314, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsbf/a/7dbQ7Z6Ss6sKQFTSD9jBRQd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 jun. 2021.

BROWMAN, C.; GOLDSTEIN, L. Articulatory phonology: an overview. **Phonetica**, [S.l.], v. 49, n. 3-4, p. 155-180, 1992. Disponível em: <https://www.karger.com/Article/Abstract/261913>. Acesso em: 01 maio. 2021.

BYUN, T. M.; HITCHCOCK, E. R.; SWARTZ, M. T. Retroflex versus bunched in treatment for rhotic mis articulation: evidence for ultrasound biofeedback intervention. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, [S.l.], v. 57, n. 6, p. 2116-2130, 2014.

Disponível em: https://pubs.asha.org/doi/abs/10.1044/2014_JSLHR-S-14-0034. Acesso em: 16 jun. 2021.

CAVALHEIRO, L. G.; BRANCALIONI, A. R.; KESKE-SOARES, M. Prevalência do desvio fonológico em crianças da cidade de Salvador, Bahia. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, São Paulo, SP, v. 17, n. 4, p. 441-446, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsbf/a/XkfhV5X63wgm4GQ4ZNgRqDq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 13 abr. 2021.

CLELAND, J.; SCOBIE, J. M.; WRENCH, A. A. Using ultrasound visual biofeedback to treat persistent primary speech sound disorders. **Clinical Linguistics & Phonetics**, [S.l.], v. 29, n. 8-10, p. 575-597, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/02699206.2015.1016188>. Acesso em: 17 jun. 2021.

CLEMENTS, G. N.; HUME, E. **The internal organization of speech sounds**. Oxford: Blackwell, 1995.

FALAHATI, R.; MIELKE, J. An ultrasound study of coronal stop deletion in persian. **Canadian Acoustics**, [S.l.], v. 39, n. 3, p. 172-173, 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/download/49439148/CLO_paper_Revised_November_28.pdf. Acesso em: 16 jun. 2021.

FREITAS, M. C. **Aquisição de contrastes entre obstruintes coronais em crianças com padrões fônicos não esperados para sua faixa etária**. 2007. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

FREITAS, M. C. **O gesto fônico na aquisição “desviante”**: movimentos entre a produção e a percepção. 2012. Tese (Doutorado em Linguística) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2012.

HITCHCOCK, E. R.; BYUN, T. M. Enhancing generalisation in biofeedback intervention using the challenge point framework: a case study. **Clinical Linguistics & Phonetics**, [S.l.], v. 29, n. 1, p. 59-75, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/02699206.2014.956232>. Acesso em: 03 jun. 2021.

HODSON, S. L.; JARDINE, B. R. Revisiting Jarrod: applications of gestural phonology theory to the assessment and treatment of speech sound disorder. **International Journal of Speech-Language Pathology**, [S.l.], v. 11, n. 2, 122-134, 2009. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17549500802654617>. Acesso em: 16 jul. 2021.

INDRUSIAK, C. S.; ROCKENBACH, S. P. Prevalência de desvio fonológico em crianças de 4 a 6 anos de escolas municipais de educação infantil de Canoas, RS. **Revista CEFAC**, [S.l.], v. 14, n. 5, p. 943-951, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/s9ywLPCbKGb63c5fsQsYZzv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 set. 2021.

KOCHETOV, A.; SREEDEVI, N.; KASIM, M.; MANJULA, R. A pilot ultrasound study of Kannada lingual articulations. **Journal of Indian Speech and Hearing Association**, [S.l.], v. 26, p. 38-49, 2012.

KOCHETOV, A.; SREEDEVI, N.; KASIM, M.; MANJULA, R. Spatial and dynamic aspects of retroflex production: na ultrasound and EMA study of Kannada geminate stops. **Journal of Phonetics**, [S.l.], v. 46, p. 168-184, 2014. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S009544701400062X?casa_token=y7bmleF4pVYAAAAA:CxaAgqNk-rLFypz5l3xcFfNcoI2RuaKRh5nhmykFLMnM7jSUNcoTN4hcH9jDnNWcedAgzoEqzos. Acesso em: 16 jun. 2021.

LADEFOGED, P.; MADDIESON, I. **The sound's of the world's languages**. Massachusetts, USA: Blackwell Publishers, 1996.

LIPETZ, H. M.; BERNHARDT, B. M. A. A multi-modal approach to intervention for one adolescent's frontal lisp. **Clinical Linguistics & Phonetics**, [S.l.], v. 27, n. 1, p. 1-17, 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/02699206.2012.734366>. Acesso em: 16 jun. 2021.

MODHA, G.; BERNHARDT, B. M.; CHURCH, R.; BACSFALVI, P. Case study using ultrasound to treat /r/. **International Journal of Language & Communication**, [S.l.], v. 43, n. 3, p. 323-329, 2008. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13682820701449943>. Acesso em: 13 jun. 2021.

PRESTON, J. L.; BRICK, N.; LANDI, N. Ultrasound biofeedback treatment for persisting childhood apraxia of speech. **American Journal of Speech-Language Pathology**, [S.l.], p. 627-643, 2013. Disponível em: <https://pubs.asha.org/doi/full/10.1044/1058-0360%282013/12-0139%29>. Acesso em: 16 jun. 2021.

PRESTON, J. L. *et al.* Limited acquisition and generalisation of rhotics with ultrasound visual feedback in childhood apraxia. **Clinical Linguistics & Phonetics**, [S.l.], v. 30, n. 3-5, p. 363-381, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/02699206.2015.1052563>. Acesso em: 16 jun. 2021.

PRESTON, J. L. *et al.* Ultrasound visual feedback treatment and practice variability for residual speech sound errors. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, [S.l.], v. 57, n. 6, p. 2102-2115, 2014. Disponível em: https://pubs.asha.org/doi/abs/10.1044/2014_JSLHR-S-14-0031. Acesso em: 02 jun. 2021.

RINALDI, L.; ALBANO, E. Contrastes em estabilização em crianças sem queixas fonoaudiológicas. **Verba Volant**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 1-23, 2012. Disponível em: http://letras.ufpel.edu.br/verbavolant/quarto/rinaldi_albano.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

RODRIGUES, L. L. **Aquisição dos róticos em crianças com queixa fonoaudiológica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

RUSSO, I.; BEHLAU, M. (1993). As pistas acústicas das vogais e consoantes. *In: Percepção da fala: análise acústica*. São Paulo, SP: Lovise, 1993. p. 25-50.

SCHLIEMANN, L. R. R. **Contraste de vozeamento por crianças entre 6-8 anos: uma abordagem dinâmica**. 2011. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2011.

STAMPE, D. **A dissertation on Natural Phonology**. 1973. Tese (Doutorado) – University of Chicago, Chicago, USA, 1973.

YAVAS, M.; HERNANDORENA, C. L. M.; LAMPRECHT, R. R. **Avaliação fonológica da criança**. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 2001.