

Artigos originais

Análise ultrassonográfica das líquidas alveolares e fricativas coronais: julgamento de juízes experientes e não experientes

Ultrasonographic analysis of lateral liquids and coronal fricatives: judgment of experienced and non-experienced judges

Fernanda Leitão de Castro Nunes de Lima⁽¹⁾Cássio Eduardo Esperandino da Silva⁽¹⁾Lídia Maurício da Silva⁽¹⁾Aline Mara de Oliveira Vassoler⁽¹⁾Eliana Maria Gradim Fabbron⁽¹⁾Larissa Cristina Berti⁽¹⁾

⁽¹⁾ Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Marília, São Paulo, Brasil.

Conflito de interesses: Inexistente



RESUMO

Objetivo: verificar se a acurácia no julgamento das imagens ultrassonográficas (US) varia em função da experiência dos juízes e da classe sonora – líquidas alveolares e fricativas coronais.

Métodos: imagens ultrassonográficas relativas à produção das líquidas e fricativas no contexto intervocálico da vogal /a/, produzidas por 20 adultos típicos, foram julgadas por 15 juízes experientes e 15 inexperientes. Uma análise prévia das imagens foi feita para estabelecer o padrão ultrassonográfico típico das líquidas e fricativas. Considerou-se na análise a acurácia (% de acertos e erros) dos julgamentos feitos pelos juízes. Utilizou-se o teste estatístico Anova Fatorial, considerando como fatores a classe sonora e a experiência dos juízes.

Resultados: a ANOVA Fatorial mostrou um efeito significativo para a acurácia do julgamento apenas para a classe sonora, não havendo significância quanto à experiência dos juízes nem quanto à interação entre experiência dos juízes e classe sonora. As líquidas tiveram uma menor acurácia no julgamento comparando às fricativas, confirmando sua complexidade articulatória, uma vez que envolve a produção de dois gestos simultâneos.

Conclusão: a acurácia no julgamento das imagens US não variou em função da experiência dos juízes, mas foi dependente da classe sonora. Destaca-se, no entanto, que todos os juízes apresentavam conhecimento prévio sobre os processos de produção de fala o que pode ter favorecido a interpretação das imagens.

Descritores: Fala; Fonética; Ultrassonografia

ABSTRACT

Purpose: to verify if the accuracy in the judgment of the ultrasound (US) images varies according to the experience of the judges and the sound class – alveolar liquids and coronal fricatives.

Methods: ultrasound images related to the production of liquids and fricatives in the intervocalic context of the vowel /a/, produced by 20 typical adults, were judged by 15 experienced judges and 15 non-experienced judges. A previous analysis of the images was performed to establish the typical ultrasound pattern of the liquids and fricatives. The accuracy (% of correctness and errors) of the judgments performed by the judges was considered in the analysis. Factorial ANOVA statistical test was used, considering as factors the sound class and the experience of the judges.

Results: the Factorial ANOVA showed a significant effect for the accuracy of the judgment only for the sound class, with no significance for the judges' experience or for the interaction between the experience of judges and the sound class. The liquids had a lower accuracy in the judgment, as compared to the fricatives, confirming their articulatory complexity, since they involve the production of two simultaneous gestures.

Conclusion: the accuracy in the judgment of the US images did not vary according to the experience of judges, but it was dependent on the sound class. It should be noted, however, that all judges presented previous knowledge about the processes of speech production which may have favored image interpretation.

Keywords: Speech; Phonetic; Ultrasonography

Recebido em: 21/08/2017

Aceito em: 07/06/2018

Autor correspondente:

Fernanda Leitão de Castro Nunes de Lima
Rua José Bonifácio, 860, Apto 51 -
Bairro Vila Mendonça
CEP: 16015-050, Araçatuba, São Paulo,
Brasil
E-mail: fernandaleitao@live.com

INTRODUÇÃO

A análise ultrassonográfica, normalmente usada para avaliar imagens dos órgãos internos, também tem sido altamente recomendada para obtenção de informações a respeito da imagem - em tempo real - do movimento da língua durante a produção da fala¹⁻³.

Para a obtenção da imagem ultrassonográfica do movimento da língua (doravante USL), faz-se necessário colocar um transdutor na região submandibular do falante. Esse transdutor emitirá ondas de alta frequência, que serão propagadas para o interior da cavidade oral. Devido à diferença de densidade entre língua/ar e ar/estruturas ósseas, as ondas ultrassônicas serão refletidas e captadas pelo transdutor. Após a detecção dessas ondas, o ponto de reflexão será calculado resultando na criação de uma imagem⁴.

Alguns autores⁵⁻⁸ argumentam a favor do uso da ultrassonografia do movimento de língua na prática clínica devido ao seu custo acessível, quando comparado aos demais equipamentos utilizados em uma análise articulatória; portabilidade do equipamento, não restringindo a coleta em situação laboratorial; relativo conforto proporcionado aos sujeitos no momento da coleta, uma vez que não é um instrumento invasivo e nem requer preparação prévia dos mesmos; além da visualização da superfície da língua - desde sua ponta até a raiz - durante a produção dos sons da fala.

No entanto, sabe-se que a imagem ultrassonográfica da superfície da língua (seja no plano coronal e/ou sagital) nem sempre é clara, pois a formação da imagem depende da diferença de densidade entre as estruturas do trato vocal, variando de indivíduo para indivíduo. Adicionalmente, na imagem ultrassonográfica da língua, os articuladores passivos não são visualizados; muitas vezes perde-se parte da informação da ponta da língua; além da dificuldade em diminuir o movimento de cabeça durante a coleta de dados, o que pressupõe a necessidade de um treinamento prévio dos clínicos e/ou pesquisadores para interpretação das imagens.

Outro desafio para a aplicabilidade do USL seria a necessidade de clínicos apresentarem conhecimento prévio sobre o padrão ultrassonográfico do movimento da língua para a produção dos diferentes fonemas. Na literatura há autores que descreveram diferentes sons da fala⁹, enquanto outros autores propuseram estudar classes de sons isoladas, como as oclusivas¹⁰, as fricativas¹¹, as líquidas^{5,12-14} e as vogais^{15,16}.

Apesar de as dificuldades inerentes ao uso da USL, os estudos não recomendam explicitamente a necessidade de um treinamento prévio de pesquisadores e/ou clínicos para este tipo de análise^{2,7}, tampouco destacam se haveria uma classe sonora que imprimisse uma maior dificuldade de interpretação da imagem ultrassonográfica.

Para o Português Brasileiro (doravante PB), particularmente, já existe uma descrição USL qualitativa para a produção típica em adultos das líquidas coronais⁵ e das fricativas coronais¹⁷. Estes sons foram privilegiados pelos autores pelo fato de apresentarem aquisição tardia e de comumente estarem envolvidos em processos de substituição na fala atípica.

O contorno ultrassonográfico da língua de /f/ foi caracterizado pela língua elevada com presença de curvatura do dorso para gerar turbulência palatal; enquanto que para /s/ foram descritos quatro padrões distintos: 1) ausência de curvatura acentuada de dorso ou raiz de língua; 2) presença de curvatura acentuada de raiz e dorso em direção descendente; 3) presença de curvatura acentuada de raiz e dorso em direção ascendente e 4) presença de curvatura acentuada e mais anterior de dorso¹⁷.

Diferentemente, o padrão ultrassonográfico das líquidas /l/ e /r/ é caracterizado pela presença de duplos gestos linguais: um relativo à ponta da língua e outro relativo ao dorso da língua, configurando sons mais complexos do ponto de vista articulatório. Porém, o grau de constrição do gesto de ponta da língua é maior no /r/ quando comparado ao /l/, enquanto que o gesto de dorso da língua em direção à faringe é mais evidente no /l/ do que em /r/⁵.

Pode-se, portanto, depreender das descrições ultrassonográficas feitas acima que a complexidade articulatória varia em função da classe sonora, podendo ser um fator importante na análise das imagens.

Considerando as dificuldades inerentes no uso da USL no contexto clínico aliado à diferente complexidade articulatória das classes sonoras, as hipóteses do estudo assim se definem:

(1) Juízes experientes em análise USL apresentariam melhor acurácia no julgamento de imagens do que juízes não experientes.

(2) As imagens USL relativas às líquidas coronais (/l/ e /r/) imprimiriam maior dificuldade no julgamento do que as imagens relativas às fricativas coronais.

O objetivo do presente estudo é o de verificar se a acurácia no julgamento das imagens ultrassonográficas

varia em função da experiência dos juízes e da classe sonora – líquidas alveolares e fricativas coronais.

MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista - UNESP de Marília, nº1.268.673/2015. Todos os indivíduos incluídos na pesquisa tiveram ciência e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) que lhes foi apresentado.

Participantes

Participaram do presente estudo 30 juízes divididos em dois grupos: 15 juízes experientes em análise ultrassonográfica do movimento da língua (G1) e 15 juízes que não tinham nenhuma experiência prévia com essa ferramenta de análise da fala (G2).

Os juízes foram recrutados no Curso de Graduação e Pós-Graduação de Fonoaudiologia da instituição de origem. Para a composição do G1 (juízes experientes) exigiu-se conhecimento prévio sobre análise ultrassonográfica do movimento da língua na produção da fala, como um curso de curta duração ou capacitação técnica em análise ultrassonográfica do movimento de língua. Pelo fato de não haver muitos clínicos com experiência prévia em análise USL, não foi controlado o tempo de experiência com o uso desta técnica. Para participantes do G2, o critério de inclusão foi o conhecimento prévio sobre o processo de produção de fala, além da classificação e descrição fonética dos diferentes fonemas do Português Brasileiro. Todos os juízes deveriam, necessariamente, ter cumprido um curso de Fonética e Fonologia do Português Brasileiro com desempenho aprovado. O critério de exclusão foi a falta do conhecimento necessário para as análises que seriam realizadas. A figura 1 apresenta a caracterização dos juízes (G1 e G2).

Procedimento

Estímulos

Foram selecionadas de um banco de dados, imagens ultrassonográficas relativas à produção de logatomas envolvendo as líquidas coronais (/l/ - [a'la] e /r/ - [a'ra]) e fricativas coronais (/s/ - [a'sa] e /f/ - [a'fa]), em contexto intervocálico da vogal /a/, de 20 adultos, falantes do Português Brasileiro, monolíngues, com produção típica de fala na faixa etária de 20-30

anos de idade (sendo 10 homens e 10 mulheres). Para cada produção, com o uso do *software* Sound Forge Studio 6.0 foram selecionados os *frames* correspondentes ao ponto máximo de constrição da língua da produção do fonema, imagens ultrassonográficas estáticas, computando um total de 80 *frames*: 20 *frames* relativos à produção de /l/, 20 relativos à produção de /r/, 20 *frames* correspondentes à produção de /s/ e 20 *frames* correspondentes à produção de /f/.

Os dados que constituem este banco foram coletados com o uso de um ultrassom portátil, modelo DP 6600, contendo transdutor acoplado a um computador, microfone unidirecional e estabilizador de cabeça. Os sinais acústicos e de imagem foram registrados simultaneamente com o uso do *software* AAA (*Articulate Assistant Advanced*) aliado a um sincronizador que permite sincronização entre as imagens e o sinal acústico. As imagens de US foram adquiridas com uma frequência de 6.5 MHz, 120° de campo de imagem e 29.97 Hz de taxa de amostragem.

Codificação das imagens

Uma análise prévia das imagens ultrassonográficas foi feita por dois examinadores experientes, a fim de verificar não somente a correspondência com o padrão ultrassonográfico descrito como típico das líquidas e fricativas coronais, como também a necessidade de ajustes nessa descrição.

Após a inspeção das imagens e inspirando-se na descrição existente na literatura^{5,17}, foram definidas as categorias para o julgamento das imagens da USL descritas na figura 2.

Uma vez definidas as categorias, os dois examinadores experientes julgaram, independentemente, todas as imagens ultrassonográficas obtendo uma acurácia no julgamento de 100% e 87,5%, respectivamente. A estatística Kappa foi calculada, obtendo-se um grau de concordância de 1,00 ($p < 0,05$).

Julgamento das imagens

A tarefa de julgamento foi elaborada para que os juízes analisassem o par de imagens ultrassonográficas estáticas do mesmo falante e não apenas uma única imagem, a fim de minimizar diferenças das estruturas do trato vocal entre os indivíduos, bem como o posicionamento do transdutor na captação das imagens.

Desse modo, as imagens ultrassonográficas relativas ao ponto máximo de constrição da língua na produção das líquidas /l/ e /r/, por um lado, e às

Juízes	Nível de Formação	Gênero	Experiência em análise USL
J1	Doutora	Feminino	Sim
J2	Doutora	Feminino	Sim
J3	Graduanda	Feminino	Sim
J4	Doutora	Feminino	Sim
J5	Graduando	Masculino	Sim
J6	Graduanda	Feminino	Sim
J7	Mestranda	Feminino	Sim
J8	Pós Doutora	Feminino	Sim
J9	Pós Doutor	Masculino	Sim
J10	Graduanda	Feminino	Sim
J11	Mestre	Feminino	Sim
J12	Doutoranda	Feminino	Sim
J13	Mestre	Feminino	Sim
J14	Mestre	Feminino	Sim
J15	Doutora	Feminino	Sim
J16	Graduanda	Feminino	Não
J17	Mestre	Feminino	Não
J18	Graduanda	Feminino	Não
J19	Mestre	Feminino	Não
J20	Graduanda	Feminino	Não
J21	Graduanda	Feminino	Não
J22	Graduanda	Feminino	Não
J23	Graduanda	Feminino	Não
J24	Graduanda	Feminino	Não
J25	Graduanda	Feminino	Não
J26	Graduanda	Feminino	Não
J27	Graduanda	Feminino	Não
J28	Graduanda	Feminino	Não
J29	Graduanda	Feminino	Não
J30	Graduanda	Feminino	Não

USL = Imagem Ultrassonográfica de Língua

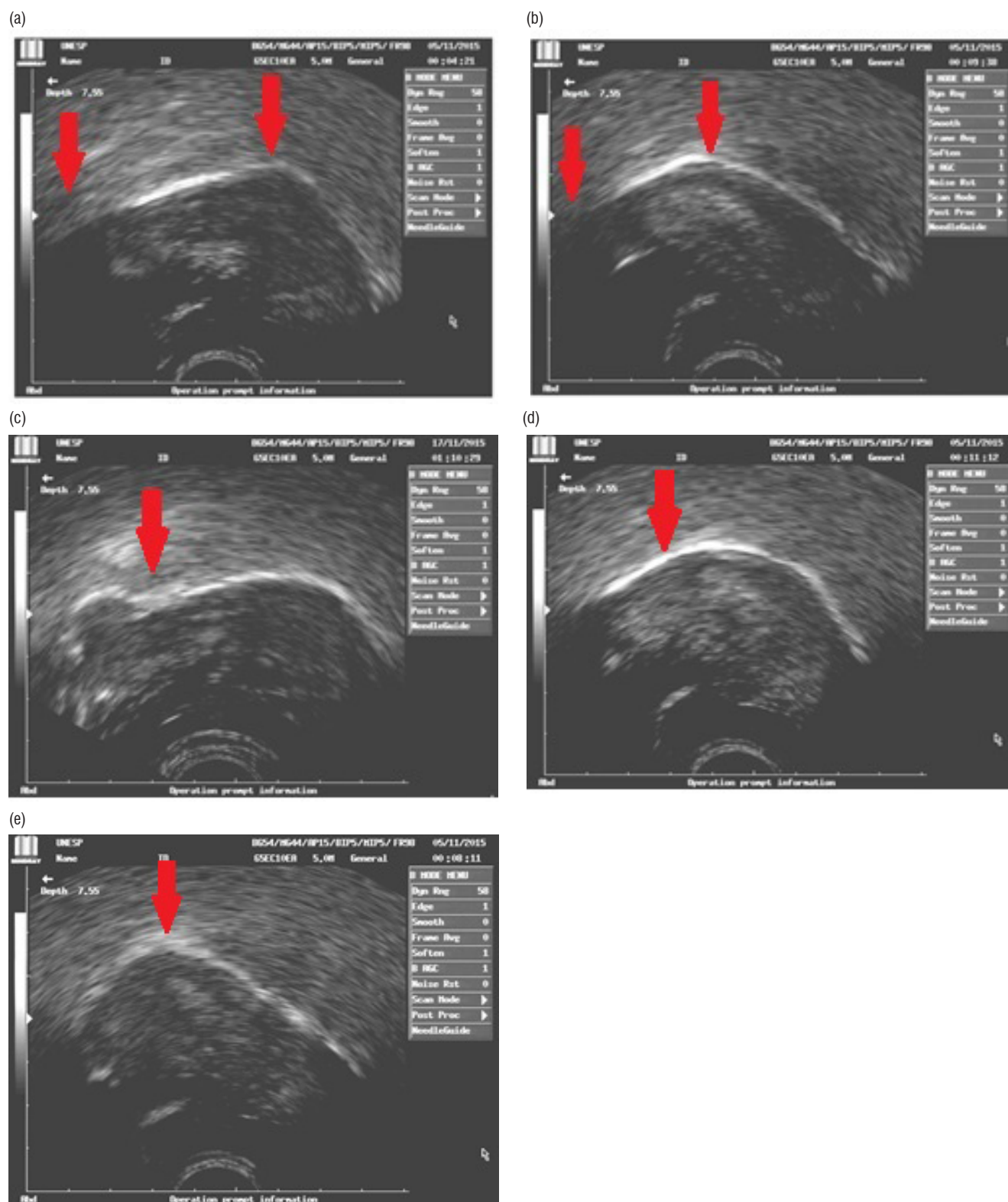
Figura 1. Caracterização dos juízes experientes e não experientes

fricativas /s/ e /ʃ/, por outro lado, foram pareadas e organizadas em dois diferentes arquivos de *PowerPoint* para o julgamento, conforme as figuras 3 e 4.

Antes do julgamento das imagens propriamente dito, foi fornecida a descrição do padrão ultrassonográfico esperado para as líquidas e fricativas coronais em um arquivo do programa *PowerPoint*, uma vez que eram apresentados não apenas informações importantes para interpretação das imagens (como, por exemplo, onde se localizada as diferentes partes da língua), como também exemplos do padrão ultrassonográfico de cada uma das possibilidades de análise.

Os juízes poderiam voltar à descrição e exemplo inicial quantas vezes julgassem necessário. Em ambos os julgamentos, ou seja, das líquidas e fricativas separadamente, a tarefa não ultrapassava 10 minutos.

Finalmente, uma análise estatística e inferencial dos dados foi feita considerando a acurácia dos juízes no julgamento em termos de porcentagem de acerto. Uma ANOVA fatorial foi utilizada na análise para verificar se a acurácia no julgamento das imagens variou em função da experiência prévia dos juízes e da classe sonora.

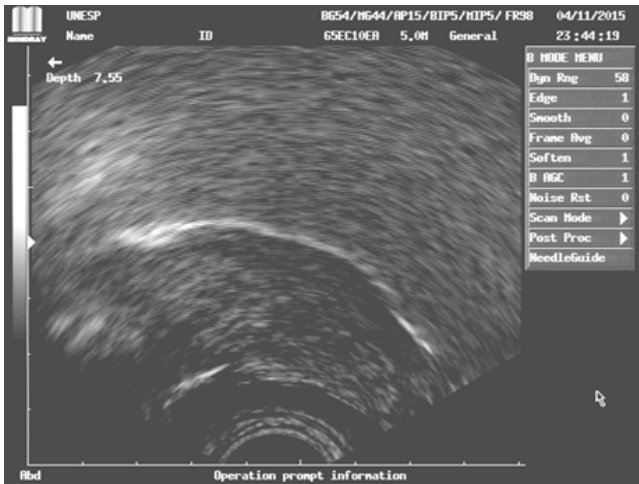


A imagem (a) representa a produção de /l/ e as setas indicam a presença de dois gestos simultâneos, o de ponta e o de dorso de língua (com gesto de dorso da língua posteriorizado, em direção à faringe); a imagem (b) ilustra a produção de /r/ e as setas mostram a presença de dois gestos simultâneos de ponta e de dorso de língua (nesta figura, o gesto de dorso da língua encontra-se menos posteriorizado); a imagem (c) refere-se à produção de /s/ e mostra a ponta e lâmina da língua anteriorizada (a seta mostra a presença de sulco); a imagem (d) refere-se à produção de /s/ e mostra a ponta e lâmina da língua anteriorizada (a seta mostra a ausência de sulco); por fim, a imagem (e) mostra a produção de /ʃ/ e a seta identifica a língua elevada em forma côncava.

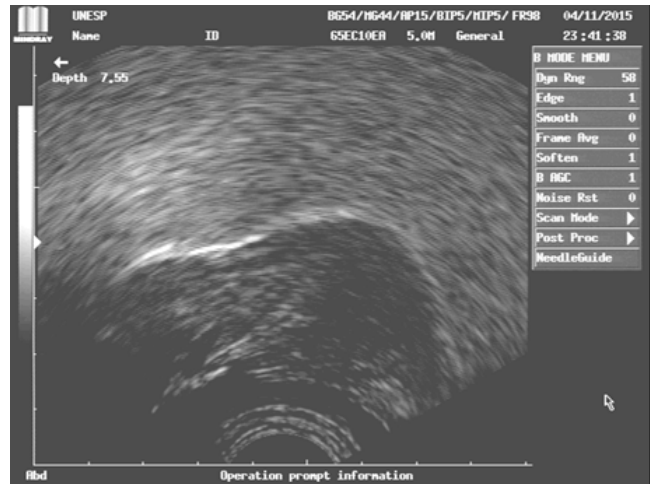
Fonte: Dados de pesquisa

Figura 2. Exemplo do padrão ultrassonográfico das produções alvo das líquidas /l/ e /r/ e fricativas /s/ e /ʃ/

Dorso anterior () ou Dorso posterior ()



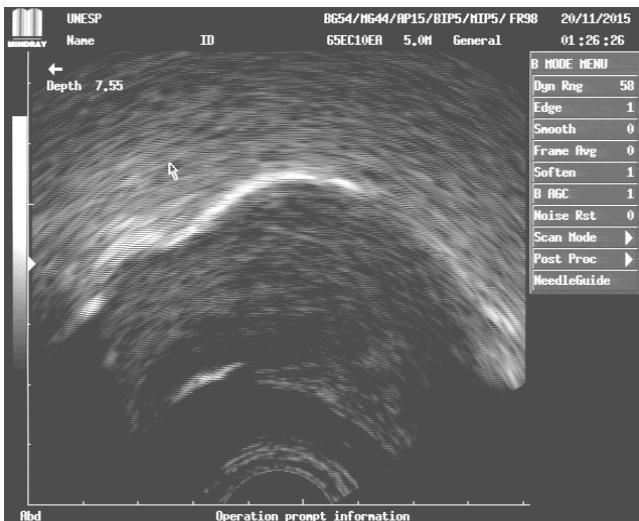
Dorso anterior () ou Dorso posterior ()



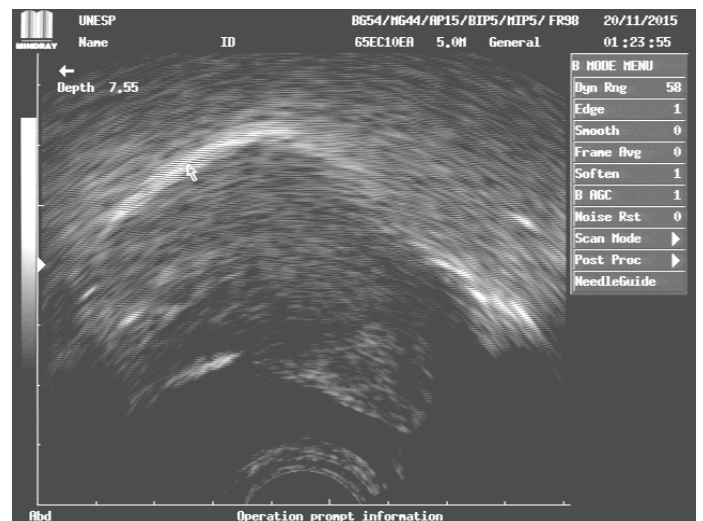
Fonte: Dados de pesquisa

Figura 3. Exemplo de imagem mostrando o ponto máximo de constrição da língua para a produção das líquidas /l/ e /r/ apresentada aos juízes para a tarefa de julgamento.

/s/ () ou /ʃ/ ()



/s/ () ou /ʃ/ ()



Fonte: Dados de pesquisa

Figura 4. Exemplo de imagem mostrando o ponto máximo de constrição da língua para a produção das fricativas /s/ e /ʃ/ apresentada aos juízes para a tarefa de julgamento.

RESULTADOS

A acurácia no julgamento das imagens das líquidas e fricativas em função da experiência dos juízes pode ser vista na Tabela 1.

A ANOVA Fatorial (2 fatores) foi utilizada na análise, considerando a experiência dos juízes (experientes vs não experientes) e a classe sonora (líquida e fricativa) como fatores que pudessem influenciar na acurácia do julgamento (Tabela 2).

Tabela 1. Média e desvio padrão da porcentagem de acertos no julgamento das imagens ultrassonográficas

Tipo de juízes	% de acertos	
	Líquidas	Fricativas
Experientes	89,05 ($\pm 7,58$)	96,13 ($\pm 6,02$)
Não experientes	86,08 ($\pm 10,12$)	92,97 ($\pm 10,32$)

Tabela 2. Valores da ANOVA fatoriais referentes aos efeitos principais da classe sonora e da experiência dos juízes, bem como a interação entre classe sonora e experiência dos juízes

Efeitos principais e interações entre os efeitos		Resultados
Classe Sonora	F	F(1,56)=9,66
	P	0,00
Experiência dos juízes	F	F(1,56)=1,82
	P	0,17
Interação entre experiência dos juízes e classe sonora	F	F(1,56)=0,002
	P	0,96

P=Valor da probabilidade

F=Razão entre o modelo e o seu erro a análise de variância

Verificou-se um efeito principal significativo apenas para a acurácia do julgamento em função da classe sonora ($F(1,56)=9,66, p>0,00$), não havendo significância quanto à experiência dos juízes ($F(1,56)=1,82, p>0,17$) nem quanto à interação entre experiência dos juízes e classe sonora ($F(1,56)=0,002, p>0,96$). Observa-se que embora numericamente os juízes experientes apresentem

uma maior acurácia que os juízes inexperientes, esta diferença não foi estatisticamente significativa. Diferentemente, as imagens ultrassonográficas correspondentes à classe das fricativas tiveram uma maior porcentagem de acertos no julgamento comparativamente as imagens relativas às líquidas. A figura 5 ilustra os resultados encontrados.

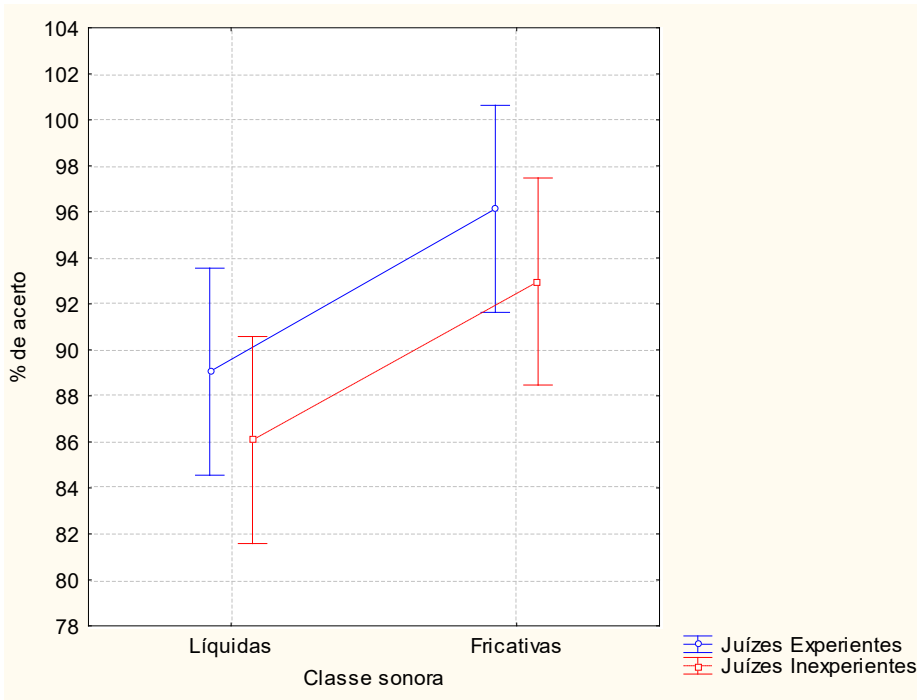


Figura 5. Acurácia do julgamento em função da experiência dos juízes e classe sonora

DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou verificar se a acurácia no julgamento das imagens ultrassonográficas varia em função da experiência dos juízes e da classe sonora - líquidas e fricativas coronais.

Considerando as dificuldades inerentes no uso da USL no contexto clínico aliado à diferente complexidade articulatória das classes sonoras esperava-se que (1) juízes experientes em análise USL apresentariam melhor acurácia no julgamento de imagens do que juízes não experientes e (2) as imagens USL relativas às líquidas coronais (/l/ e /r/) imprimiriam maior dificuldade no julgamento do que as imagens relativas às fricativas coronais (/s/ e /f/).

A primeira hipótese relativa à experiência dos juízes não foi confirmada na medida em que não houve diferença estatística significativa na porcentagem de acertos no julgamento de ambos os grupos de juízes: experientes e não experientes quanto à análise ultrassonográfica. Verificou-se que em ambos os grupos de juízes a acurácia no julgamento foi maior que 85%, sugerindo um ótimo desempenho por parte dos juízes. Todos os juízes (experientes e não experientes) eram provenientes de uma mesma instituição. Apesar de não terem uma formação específica na visualização das imagens do US, os juízes sem experiência tiveram comprovada formação em fonética e bastante detalhada no que se refere à produção dos sons da

fala. Além disso, receberam explicações prévias a respeito do padrão US. Essa formação dos juízes não experientes pode ter sido um diferencial que resultou nos resultados encontrados. O uso disseminado do US deve ser cuidadosamente estimado, especialmente a partir de mais pesquisas e com níveis diferenciados de juízes.

Interessante notar que não há, na literatura especializada, nenhuma menção explícita de que haveria necessidade de uma formação prévia por parte dos pesquisadores e/ou clínicos para viabilizar a interpretação das imagens de ultrassom de língua. Nos dois estudos clássicos da área^{1,2}, os autores destacam a USL como um instrumento eficaz na análise de produção de fala, se comparado às demais técnicas articulatórias (ressonância magnética (MRI), os raios-X, EMA, os micros raios-X), uma vez que essas, além de depender de alto custo para a obtenção do equipamento, o manuseio e a portabilidade também são limitantes para o uso clínico. Além disso, a USL permite capturar o contorno da língua de forma dinâmica e em tempo real, permitindo o estudo do movimento do dorso até a ponta da língua durante a produção de consoantes linguais e das vogais, sendo, portanto, uma aliada ferramenta no processo de diagnóstico dos transtornos de fala, bem como no processo terapêutico (uso do *biofeedback* no contexto terapêutico).

Destaca-se, porém, que ambos os grupos de juízes do presente estudo apresentavam conhecimento prévio não somente sobre o processo de produção da fala, como também sobre as características articulatórias dos fonemas do Português Brasileiro, fato que pode justificar a não diferença de desempenho entre eles. Desse modo, o que permite a interpretação correta por parte dos juízes é a formação prévia sobre aspectos de produção de fala e não a específica, sobre a técnica de análise da produção da fala, em nosso caso, a ultrasonografia do movimento de língua. Pressupõe-se, contudo, que a formação na área da Fonética, tal como prevista nas diretrizes curriculares dos cursos de Graduação em Fonoaudiologia (Conselho Nacional de Educação, 2002), propiciou aos juízes não apenas uma familiaridade em identificar o principal articulador ativo da produção da fala – a língua – em plano sagital nas imagens de USL, como também reconhecer os diferentes contornos da superfície da língua correspondentes à produção das líquidas e fricativas coronais.

No tocante ao julgamento das duas classes sonoras, hipotetizou-se que a classe das líquidas imprimiria uma maior dificuldade no julgamento do que a classe das fricativas. Esta hipótese foi corroborada na medida em que houve uma diferença de acurácia significativa em função da classe sonora. As líquidas apresentaram uma acurácia menor de julgamento quando comparada às fricativas.

Uma possibilidade explicativa para essa diferença de acurácia reside na própria complexidade articulatória presente nas líquidas. Estudos anteriores^{18,19} que utilizaram imagem de USL para descrever as líquidas coronais /l/ e /r/ caracterizaram esses sons como sendo os mais complexos na medida em que envolvem a produção de dois gestos articulatórios simultâneos: um relativo à ponta da língua e outro relativo ao dorso da língua. A diferença de imagens entre as líquidas foi detectada ao sobrepor as curvas de /l/ e /r/. O resultado desta sobreposição mostrou que em /l/, o gesto de dorso da língua em direção à faringe é mais evidente no /l/ do que em /r/, enquanto o gesto de ponta da língua é maior no /r/ quando comparado ao /l/⁵.

Outro argumento a favor da complexidade das líquidas é que mesmo havendo variabilidade na produção do /s/, conforme descrito em estudo anterior¹⁷, este fator não contribuiu para a diminuição da acurácia desta classe comparativamente às líquidas.

Adicionalmente, pelo fato de a ponta da língua nem sempre se mostrar clara nas imagens de USL, foi enfatizado aos juízes para observarem principalmente

a direção do gesto dorsal no julgamento das líquidas. Talvez, este fato também possa ter contribuído para explicar a menor acurácia das líquidas em relação às fricativas, uma vez que comumente não há uma descrição articulatória enfatizando-se o movimento da parte posterior da língua. Observa-se na descrição fonética de /l/ e /r/ do PB que a diferença de produção entre esses sons reside no parâmetro de duração e no movimento balístico da ponta da língua necessário para a produção do /r/²⁰⁻²².

Resguardadas as limitações do presente estudo, referente a não padronização do controle do tempo de experiência dos juízes do primeiro grupo, além do não controle do tempo de resposta durante a tarefa de julgamento, o presente estudo confirmou a viabilidade do uso da USL na prática clínica como ferramenta complementar para análise da produção da fala.

CONCLUSÃO

O estudo apontou que os juízes experientes e não experientes não apresentaram diferença quanto à acurácia no julgamento das imagens ultrassonográficas. No entanto, ambos os grupos apresentavam comprovada formação em fonética, receberam instruções prévias para o julgamento e eram originários da mesma instituição.

A classe das líquidas apresentou uma menor acurácia no julgamento comparativamente à classe das fricativas.

O USL pode ser cuidadosamente disseminado na prática clínica do fonoaudiólogo como um recurso de apoio terapêutico e diagnóstico, entretanto, é necessário o conhecimento teórico da produção dos fonemas e o conhecimento sobre o padrão USL em função da classe sonora.

REFERÊNCIAS

1. Gick B. The use of ultrasound for linguistic phonetic fieldwork. *J Intern Phon Assoc.* 2002;32(2):113-22.
2. Stone M. A guide to analyzing tongue motion from ultrasound Images. *Clin Linguist Phon.* 2005;19(6/7):455-502.
3. Scobbie J. Ultrasound-based tongue root imaging and measurement. Oral paper at the Workshop on Pharyngeals and Pharyngealisations, Newcastle Upon Tyne, March 2009.
4. Gonçalves GF, Paula MRB. Dinâmica dos movimentos articulatórios: sons, gestos e imagens. Pelotas: editora UFPel, 2013.

5. Barbarena LS, Soares MK, 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.
6. Preston JL, McCabe P, Rivera-Campos A, Whittle JL, Landry E, Maas E. Ultrasound visual feedback treatment and practice variability for residual speech sound errors. *J Speech Lang Hear Res.* 2014;57(6):2102-15.
7. Bressmann T, Flowers H, Wong W, Irish JC. Coronal view ultrasound imaging of movement in different segments of the tongue during paced recital: Findings from four normal speakers and a speaker with partial glossectomy. *Clin Linguist Phon.* 2010;24(8):589-601.
8. Zharkova N. A normative-speaker validation study of two indices developed to quantify tongue dorsum activity from midsagittal tongue shapes. *Clin Linguist Phon.* 2013;27(6-7):484-96.
9. Stolar S, Gick B. An index for quantifying tongue curvature. *Can Acoust.* 2013;41(1):11-6.
10. Houde RA. A study of tongue body motion during selected speech sounds. *Speech Commun Res Lab, No. 2 Santa Barbara, 1968.*
11. Wertzner HF, Francisco DT, Neves LOP. Tongue contour for /s/ and /f/ in children with speech sound disorder. *CoDAS.* 2014;26(3):248-51.
12. Campbell F, Gick B, Wilson I, Batesons EV. Spatial and temporal properties of gestures in north american english /r/. *Lang Speech.* 2010;53(1):49-69.
13. Lawson E, Scobbie JM, Smith JS. The social stratification of tongue shape for postvocalic /r/ in Scottish English. *J Sociolinguistics.* 2011;15(2):256-68.
14. Vassoler AMO, Berti LC. Coordenação gestual na produção de encontros consonantais em crianças com desenvolvimento de linguagem típico e atípico [Tese]. São José do Rio Preto (SP): Universidade Estadual Paulista; 2015.
15. Stone M, Goldstein MH, Zhang Y. Principal component analysis of cross sections of tongue shapes in vowel production. *Speech Commun.* 1997;22(2-3):173-84.
16. Menard L, Aubin J, Thibeault M, Richard G. Measuring tongue shapes and positions with ultrasound imaging: a validation experiment using an articulatory model. *Folia Phoniatr Logop.* 2012;64(2):64-72.
17. Francisco DT, Wertzner HF. Differences between the production of [s] and [ʃ] in the speech of adults, typically developing children, and children with speech sound disorders: An ultrasound study. *Clin Linguist Phon.* 2017;31(5):375-90.
18. Gick B, Bacsfalvi P, Bernhardt BM, Oh S, Stolar S, Wilson I. A motor differentiation model for liquid substitutions: english /r/ variants in normal and disordered acquisition. *Proc Meet Acoust.* 2007;1(1):060003.
19. Proctor M. Towards a gestural characterization of liquids: evidence from Spanish and Russian. *Lab Phonology.* 2011;2(2):451-85.
20. Cagliari LC. Elementos de fonética do português brasileiro [Tese]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 1981.
21. Adler-bock M, Bernhardt BM, Gick B, Bacsfalvi P. The use of ultrasound in remediation of North American English /r/ in 2 adolescents. *Am J Speech Lang Pathol.* 2007;16:128-39.
22. Pagan LO, Wertzner HF. Análise acústica das consoantes líquidas do Português Brasileiro em crianças com e sem transtorno fonológico. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2007;12(2):106-13.