

Artigos originais

Ultrassonografia aplicada à descrição de ajustes de qualidade vocal em adultos falantes do português brasileiro

*Ultrasonography applied to the description of voice quality settings in adult speakers of Brazilian Portuguese*Tamar Vieira de Jesus¹<https://orcid.org/0000-0002-8495-3057>Aline Neves Pessoa Almeida²<https://orcid.org/0000-0001-5892-3957>Zuleica Camargo³<https://orcid.org/0000-0001-8725-2419>

¹ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, São Paulo, São Paulo, Brasil.

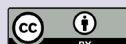
² Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Departamento de Fonoaudiologia, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

³ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, Faculdade de Filosofia, Comunicação, Letras e Artes (FAFICLA), Departamento de Ciências da Linguagem e Filosofia; Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem - PEPG em LAEL; Fundação Armando Álvares Penteado – FAAP, São Paulo, São Paulo, Brasil.

Trabalho realizado na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo / PUC-SP: Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição - LIAAC e Programa de Pós-Graduação Programa de Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem – LAEL.

Fonte de auxílio: Edital Universal CNPq. PROCESSO: 459178/2014-8

Conflito de interesses: Inexistente



Recebido em: 23/06/2021

Aceito em: 12/10/2021

Endereço para correspondência:

Prof^a Dr^a Aline Neves Pessoa Almeida
Avenida Marechal Campos, nº 1468 –
Maruípe
CEP: 29047-105 – Vitória, Espírito Santo,
Brasil
E-mail: aline.n.almeida@ufes.br

RESUMO

Objetivo: relacionar imagens de ultrassonografia com dados perceptivo-auditivos de ajustes de qualidade vocal em adultos falantes do português brasileiro.

Métodos: o *corpus* foi constituído por amostras da fala (sentenças constantes do material instrutivo do roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme -VPAS-PB*) de sete sujeitos adultos de ambos os gêneros, gravadas simultaneamente por meios acústico e ultrassonográfico. A análise dos dados versou dos julgamentos perceptivo-auditivos da qualidade vocal e imagens ultrassonográficas geradas pelo *software AAA*.

Resultados: ajustes de qualidade vocal referentes à posição do corpo da língua e à extensão de língua e de mandíbula encontraram correspondências aos contornos de imagens ultrassonográficas da língua em segmentos chave eleitos (vogais orais), especialmente aqueles em maiores graus de manifestação.

Conclusão: ajustes de qualidade vocal detectados na esfera perceptiva com respeito a corpo de língua e mandíbula encontram correspondência com as imagens de ultrassom.

Descritores: Qualidade da Voz; Língua; Ultrassom; Fonética; Percepção da Fala; Adultos

ABSTRACT

Purpose: to relate ultrasound images with auditory-perceptual data on vocal quality settings in adult speakers of Brazilian Portuguese.

Methods: the corpus consisted of speech samples (sentences contained in the instructional material of the *Vocal Profile Analysis Scheme – VPAS-PB*) from seven adult subjects of both genders, recorded simultaneously by acoustic and ultrasonographic means. Data analysis was based on auditory-perceptual judgments of vocal quality and ultrasound images generated by the AAA software.

Results: vocal quality settings related to the position of the tongue body and the extension of the tongue and jaw found correspondences to the contours of ultrasound images of the tongue in selected key segments (oral vowels), especially those with greater degrees of manifestation.

Conclusion: there were correspondences between vocal quality settings detected in the perceptual sphere and their respective tongue body and jaw ultrasound images.

Keywords: Voice Quality; Tongue; Ultrasonics; Phonetics; Speech Perception; Adults

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre a fala têm se beneficiado do constante desenvolvimento tecnológico¹, que permite ampliar o escopo das investigações no circuito entre a produção e da percepção da fala. Com o devido respaldo das Ciências Fonéticas, tais recursos tecnológicos situam-se nas vertentes perceptiva, acústica e fisiológica. Na vertente fisiológica, informações referentes aos mecanismos respiratório, fonatório, articulatório e ressonantal são destacadas. Nesse conjunto de informações possíveis, os recursos tecnológicos voltados à geração de imagens de trato vocal são valorizados, a partir de técnica não invasiva, como a ultrassonografia. Tal recurso vem, gradativamente, se consolidando como um instrumento aplicável tanto à avaliação, quanto à terapia no campo dos distúrbios dos sons fala²⁻⁴. As contribuições voltam-se ao detalhamento das imagens de contorno de língua nos plano sagital e coronal, resultando em várias linhas de investigação demandadas na modelagem de tais imagens e nas abordagens de dados ultrassonográficos por meios quantitativos e qualitativos para as funções de fala e de deglutição⁵⁻¹⁰. Nas possíveis aplicações da ultrassonografia no campo fonoaudiológico, as abordagens de qualidade vocal são escassas¹⁰.

No campo da atuação da especialidade de voz, o fonoaudiólogo atua tanto em contextos de reabilitação de uma vasta gama de distúrbios¹¹⁻¹⁶, quanto em aconselhamento a profissionais da voz falada e cantada. Para tanto, o conhecimento detalhado dos mecanismos desenvolvidos pelos vários segmentos do aparelho fonador, e por sua intrínseca plasticidade, são destacados.

O modelo fonético de descrição da qualidade vocal, proposto por Laver em 1980, contempla descrições de ajustes de qualidade vocal conforme características da anatomia do aparelho fonador (fator intrínseco) e mobilizações realizadas durante a fala (fator extrínseco)¹⁷. A qualidade vocal é definida enquanto a combinação de ajustes supralaríngeos (articulatórios), laríngeos (fonatórios) e de tensão muscular que caracterizam a fala do sujeito na maior parte do tempo, de modo recorrente.

A proposta de Laver e col (1981)¹⁷ foi a de corresponder as descrições articulatórias relativas aos segmentos (unidades) da fala (vogais e consoantes) e aplicar ao campo da qualidade vocal, analisando o modo como o falante ajusta o aparelho fonador durante a produção da cadeia sonora da fala.

Para propor o sistema de análise fonética da qualidade vocal, Laver (1980)¹⁸ pautou-se na proposição de uma unidade de análise: o ajuste (*setting* na publicação original), que se refere a uma tendência muscular de longa duração, ou seja, uma tendência muscular recorrente. Para que se possam definir os vários ajustes de qualidade vocal possíveis, propõe um ajuste de referência, o qual denominou ajuste neutro^{17,18}, definido por lábios não projetados, nem estirados; laringe nem abaixada nem elevada; constância do diâmetro das cavidades do trato supralaríngeo; articulação orais anteriores contemplando a ponta/lâmina da língua, com corpo de língua nem avançado, nem recuado; ausência de constrições no trato vocal supralaríngeo; posição de mandíbula nem acentuadamente aberta, nem fechada; nasalidade presente apenas em segmentos em que é fonologicamente relevante; vibração periódica de pregas vocais, com tensão longitudinal e adutora moderada e, corrente de ar eficiente e sem ruídos; e, finalmente, tensão intermediária da musculatura do aparelho fonador.

O ajuste neutro, fundamentalmente, caracteriza-se pela ausência de mobilizações marcantes de ação de lábios, mandíbula, língua ou faringe durante o processo de produção vocal e estabilidade muscular para não alterar a extensão do trato vocal.

Como resultado, não há drásticas variações na extensão total do trato vocal ou nas áreas de suas cavidades ressoadoras. Ou seja, o trato vocal não se encontra nem excessivamente alongado, nem encurtado, nem apresenta cavidades em estados de constrição ou de expansão.

Além disso, a tensão muscular é mantida em nível intermediário (sem extremos de hiper ou de hipofunção) e as pregas vocais vibram com regularidade (com mobilidade periódica e ausência de ruídos gerados por irregularidades). Destaca-se que o ajuste de referência - neutro - não sinaliza estado de repouso ou de proposta de parâmetro de normalidade vocal.

Para descrever a variedade de ajustes vocais, Laver (1980)¹⁸ caracterizou, portanto, as possíveis variações a partir do ajuste neutro em níveis supralaríngeo (articulatório), laríngeo (fonatório) e de tensão muscular nos planos laríngeo e supralaríngeo.

A partir das variações do ajuste neutro, são descritas diversas possibilidades de mobilizações, contempladas no roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme (VPAS)*¹⁷ que se manifestaram em amostras de fala escolhidas (Quadros 1 e 2). Tal proposta inspirou

adaptação ao português brasileiro – VPAS-PB¹⁹, empregado em caracterizações de diferenciadas demandas clínicas de fala e voz^{2, 12,20-22}.

Comumente, as escalas propostas para avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal concentram descrições de manifestações vocais no plano de atividade laríngea (fonatório)^{11,12}, sendo os eventos da ressonância e da articulação (prioritariamente supralaríngeos) ainda desafiadores em termos de estabelecimento de consensos de parâmetros de análise e de descritores que encontrem respaldo em parâmetros acústicos e fisiológicos. Alicerçado nas demandas de ampliação de instrumentos voltados à avaliação de qualidade vocal no plano dos ajustes supralaríngeos, este artigo volta-se à proposta do instrumento VPAS¹⁸, justamente pela possibilidade de aplicação em amostras de falantes com e sem alterações da voz^{21,22}.

Tal abordagem permite avançar a análise por elementos relativos a qualidades raramente sistematizadas em termos da avaliação clínica²⁰⁻²², uma vez que alguns descritores de ressonância e articulação ainda carregam marcas impressionísticas.

Nesse plano de análise da qualidade vocal, os instrumentos de imagem podem ser aplicáveis para detalhamento da dinâmica dos articuladores das regiões oral e faríngea, permitindo estabelecer associações entre as análises das esferas visível e audível da fala e voz^{1,5-10}.

Os recursos de imagem podem, também, serem aplicáveis tanto à formação do fonoaudiólogo, quanto ao campo clínico para avaliação, terapia e assessoramento da fala e voz, em modalidade de abordagens integradas de análises perceptivas, articulatórias e acústicas¹¹. Nesse campo, a ultrassonografia apresenta as vantagens de não expor o falante à radiação, de se configurar como recurso não invasivo ao trato vocal, podendo ser usado em ambiente clínico e, gradativamente, começa a ser disponibilizado em versões portáteis, que poderão viabilizar seu uso futuro de forma mais ampla, à medida que tal portabilidade coincidir com redução de custos.

Algumas abordagens têm sido apontadas como promissoras na literatura, para o acompanhamento clínico de fala^{2-10,13-16,23-25} no processo de aprendizagem de segunda língua, como o inglês²⁶. Estudos referem as vantagens da ultrassonografia por caracterizar método não invasivo, seguro, de baixo custo, livre de exposição dos falantes à radiação e à geração de campo magnético, com possibilidade de análise do movimento da língua durante a produção da fala

(em tempo real) e deglutição, possibilitando, ainda, a geração de imagens em diferentes planos: sagital, coronal e oblíquo^{2-10,13,14-16,23-28}.

Tais propostas reforçam que a incorporação do *feedback*, em tempo real, de imagens do trato vocal colaborou para resultados estáveis e duradouros da fala, quer em contexto clínico, quer naquele de aprendizado de línguas.

Esta intersecção possibilita caracterizar o processo de produção da fala, observando a disposição dos articuladores no processo de sua emissão, e, ainda estabelecer correspondências às sensações auditivas geradas¹¹. Tal possibilidade leva ao clínico a avançar nas descrições de manifestações de fala e da voz, complementando as descrições de sensações auditivas, por vezes desagradáveis, geradas pela vigência de um distúrbio da fala e/ou da voz^{11-13,20-22,29}.

Estudos sobre a ultrassonografia ganham espaço em diferentes áreas de atuação do fonoaudiólogo, demonstrando benefícios significativos em relação a outros instrumentos^{1,27,28}. Assim sendo, as modalidades de análise de imagens do trato vocal são fundamentais colaborar com o trabalho fonoaudiológico. Podem revelar a dinâmica dos órgãos da fala na produção dos sons e auxiliar na investigação do modo como são percebidos o(s) som(ns) resultante(s) desta dinâmica, buscando precisão diagnóstica e prognóstica^{27,28}.

Além disso, a ultrassonografia possibilita a observação da língua durante a produção de alguns sons da fala que são caracterizados por um período de silêncio (como naqueles de oclusão de consoantes, como os bilabiais), de forma que o complemento com análise de imagens é fundamental para uma ampla caracterização da fala e da voz.

Com a finalidade de descrever as mobilizações supralaríngeas da qualidade vocal, o recurso da ultrassonografia mostra-se potencialmente promissor. Respalhada pela dificuldade em se caracterizar os aspectos da ressonância e da articulação quando das descrições da voz, esta pesquisa se sustenta nas possibilidades oferecidas pelo recurso tecnológico da ultrassonografia, a relevar contribuições no detalhamento perceptivo dos ajustes do trato vocal supralaríngeo e a possibilitar, no futuro, a formação de profissionais com maior habilidade para julgamentos perceptivos da qualidade vocal com motivação fonética, bem como a ampliação da incorporação do recurso da ultrassonografia na prática fonoaudiológica. Tem, portanto, como objetivo relacionar imagens de ultrassonografia do contorno da língua, no plano sagital, com dados

perceptivo-auditivos de ajustes de qualidade vocal em adultos falantes do português brasileiro.

MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de caráter exploratório, em que todos os participantes foram selecionados por conveniência e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme normas do Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, Brasil, ao qual esta pesquisa foi submetida e aprovada sob CAAE nº 16400319.7.0000.5482. Participantes foram convidados a participar da sessão de coleta de dados por meio de grupos de mensagens da universidade. Os critérios de inclusão referiram-se a: ser adulto falante do português brasileiro, com escolaridade mínima de ensino médio. Os critérios de exclusão referiram-se à ausência de distúrbios de audição, de tratamentos anteriores de afecções de grande porte em cabeça e pescoço, como ressecções de tumores, de radioterapia ou quimioterapia, ou mesmo de cirurgias ortognáticas de grande porte.

Os procedimentos de coleta de dados ocorreram com o registro simultâneo de amostras de áudio e de imagens (ultrassonográficas) do trato vocal (contorno de língua) de sete falantes adultos do português brasileiro, de ambos os gêneros, sendo um do gênero masculino e seis do gênero feminino, com idades entre 20 e 59 anos de idade. Seis eram estudantes universitários (cursos de Fonoaudiologia e de Letras da Universidade) e um graduado em Tecnologia da Informação. Um falante atuava, de forma amadora, como radialista, estando em acompanhamento fonoaudiológico pela demanda de uso de voz profissional e uma falante tinha formação de atriz e atuava em estúdios de dublagem.

Com o uso do Sistema de Ultrassonografia *Concept M6 Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System™*, transdutor de 120 graus de angulação e *Headset* de alumínio ajustável para fixação do transdutor na região submandibular, as sessões de coletas de dados ocorreram no Laboratório de Rádio da instituição de origem. Após as coletas, um fator de correção da sincronização de 0,034 segundos foi aplicado, uma vez que o sistema de captura apresenta diferença temporal no registro dos estímulos de imagem e de áudio, a partir do *software Advanced Assistant Articulate (AAA da Articulate Instruments™)*.

Os falantes foram orientados a permanecer sentados em frente ao computador, que continha o

software AAA, cuja interface apresenta as tarefas de fala de forma sequenciada, por meio de estímulo visual para leitura e de alarme sonoro indicativo do início da gravação do estímulo de áudio.

Após o posicionamento, os sujeitos que faziam uso de óculos ou algum acessório na cabeça receberam orientação para removê-los para melhor ajuste do suporte de cabeça (*Headset*) para fixação do *probe* (transdutor) de ultrassom e do microfone modelo *headset (Laboratory Quality Behringer™ ECM-8000 omnidirecional)*.

O suporte de cabeça de alumínio foi utilizado para estabilização da cabeça, com a intenção de fixar o transdutor do equipamento, evitando interferências de movimentos de cabeça e da mandíbula. O suporte era ajustado de acordo com o comprimento e a largura da face e do crânio do falante e dependia de respostas do mesmo em relação ao conforto e pontos de fixação.

A gravação contemplava etapas de deglutição de água, breve relato sobre a cidade em que o falante nasceu e leitura (5 repetições aleatorizadas) de 4 sentenças propostas no material instrutivo para uso do roteiro VPAS-PB^{11,19}, referidas como sentenças-chave por conterem os segmentos chaves para detecção de ajustes de qualidade vocal^{11,17-19}.

1. “O objeto de estudos da fonética é esta complexa, variável e poderosa face sonora da linguagem: a fala.”

2. “O garoto tirou muitas fotografias do tucano, da coruja, do pombo e do jaburu”.

3. “Soube que a Casa dos Bispos é visitada por turistas todos os dias e que o roteiro de visita dura cerca de duas horas para ser percorrido”.

4. “Detesto ir à casa dele, pois fica do outro lado da cidade e o acesso é difícil”.

Os procedimentos de análises de dados pautaram-se em três etapas: análise perceptivo-auditiva da voz, análise dos contornos do dorso da língua a partir das imagens ultrassonográficas; e correspondência de dados perceptivos e acústicos por meio de abordagem qualitativa.

A primeira etapa de análise de dados teve início simultaneamente à coleta de amostras de fala (áudio e imagens), quando um examinador(a) fonoaudiólogo(a), experiente no uso do roteiro VPAS-PB¹⁹, realizou a avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal com base nos estímulos de leitura das sentenças-chave constantes do material instrutivo do roteiro VPAS-PB¹⁹. Tal examinador permaneceu na sala de coletas sem, contudo, ter acesso às imagens geradas,

em tempo real, durante a coleta, monitorada por outros dois pesquisadores.

Na segunda etapa de análise de dados, as amostras de imagens referentes aos sujeitos estudados foram identificadas e separadas de acordo com os ajustes de qualidade vocal (detectados por meio da análise perceptivo-auditiva), referentes aos ajustes de ponta e de corpo de língua (ponta de língua avançada ou recuada, corpo de língua anteriorizado, recuado e abaixado). Não foram detectadas, nas amostras coletadas, aquelas representativas de ajustes de corpo de língua elevado. Como parâmetro de referência, foram selecionadas as imagens de uma falante do gênero feminino que revelou ajustes neutros de ponta e de corpo de língua.

As imagens coletadas foram então analisadas por meio do *software AAA* em duas abordagens. A primeira deu-se pela identificação e etiquetagem das vogais que foram consideradas segmentos-chave, justamente por revelarem a maior proeminência dos ajustes de qualidade vocal na sequência da fala, sendo considerados segmentos suscetíveis aos ajustes de qualidade vocal na proposta de Laver (1980)^{17,18}. Para cada sentença, foram selecionadas 3 repetições que representavam o maior grau de manifestação dos ajustes de qualidade vocal referentes à ponta e ao corpo de língua.

Em seguida, no *software AAA*, foram gerados os traçados (em plano sagital) de contorno da língua (*splines*) em período estacionário da vogal, que representa o momento de sustentação de postura dos articuladores durante a emissão. Tal trecho coincide, de forma mais ampla, ao trecho intermediário da emissão, compreendido entre as transições a sons adjacentes (consoantes anterior e posterior). As vogais [i], [e], [o] e [u] (enquanto vogais fechadas e semifechadas) foram consideradas como segmentos-chave para a detecção dos ajustes de corpo de língua abaixado; [a] (enquanto vogal central e aberta) foi considerada como segmento-chave para a detecção dos ajustes de corpo de língua avançado ou recuado e elevado; as vogais [i] e [e] (enquanto vogais anteriores) para ajustes de corpo de língua recuado e [u] [o] (enquanto vogais posteriores) para ajustes de corpo de língua avançado. Foram portanto, analisados as vogais adotadas como os segmentos-chave nos seguintes vocábulos integrantes das sentenças 1 a 4: est[u]dos, f[a]la, gar[o]to, cor[u]ja, tur[i]stas, d[e]le e cid[a]de.

Na terceira etapa de análise de dados, de cada uma das 3 repetições de vogais selecionadas nos vocábulos elencados, foi gerado um traçado de contorno da língua (*spline*). Tais traçados foram considerados em associação aos ajustes de qualidade vocal detectados na primeira etapa de análise. De forma qualitativa, os traçados de contorno da língua foram considerados com vistas à correspondência aos ajustes neutros e não neutros de qualidade vocal na esfera supralaríngea. Tal etapa de análises também contemplou, no caso dos ajustes não neutros de qualidade vocal, a análise comparativa das sete vogais orais no conjunto de produções de cada falante, conforme as expectativas de articulação dos sons vocálicos do Português Brasileiro³⁰. À tal etapa de análise intrafalante, sucedeu-se a análise interfalantes, salientando-se que as informações dos traçados de imagens são considerados de forma relativa ao conjunto de mobilizações reveladas pelas várias vogais por um mesmo falante, uma vez que há questões antropomórficas, inerentes ao tipo físico, ao tamanho e medida de circunferência cervical, o tamanho da cabeça, o tipo facial, dentre as principais a serem citadas.

Os achados foram, finalmente, analisados à luz dos preceitos teóricos do modelo fonético de descrição da qualidade vocal.

RESULTADOS

Os resultados são apresentados em termos das correspondências de achados perceptivos da qualidade vocal e de imagens ultrassonográficas do contorno da língua.

Julgamentos perceptivos de qualidade vocal

Os julgamentos perceptivo-auditivos das amostras de fala dos sujeitos estudados são sintetizados nos Quadros 1 e 2.

Na Quadro 1 são apresentados os ajustes de qualidade vocal identificados no grupo de falantes estudados.

No Quadro 2 são apresentados os ajustes específicos de qualidade vocal referentes à ponta de língua, de forma diferenciada, pelos sete falantes estudados.

Quadro 1. Ajustes de qualidade vocal detectados na análise perceptivo-auditiva das amostras de fala dos sujeitos estudados

Ajustes de qualidade vocal		Grau 1	Grau 2	Grau 3
		N= 63	N= 262	N= 102
Lábios	Arredondados			
	Estirados			
	Labiodentalização			
	Extensão diminuída			
	Extensão aumentada			
Mandíbula	Fechada			
	Aberta			
	Protraída			
	Extensão diminuída			
	Extensão aumentada			
Língua ponta/lâmina	Avançada			
	Recuada			
Corpo de Língua	Avançada			
	Recuado			
	Elevado			
	Abaixado			
	Extensão diminuída			
	Extensão aumentada			
Faringe	Constricção			
	Expansão			
Velofaringe	Escape nasal audível			
	Nasal			
	Denasal			
Altura de Laringe	Elevada			
	Abaixada			
Tensão do trato vocal	Hiperfunção			
	Hipofunção			
Tensão laríngea	Hiperfunção			
	Hipofunção			
Modo de Fonação	Modal			
	Falsete			
	Crepitância/ <i>vocal fry</i>			
	Voz crepitante			
Fricção laríngea	Escape de ar			
	Voz soprosa			
Irregularidade	Voz áspera			

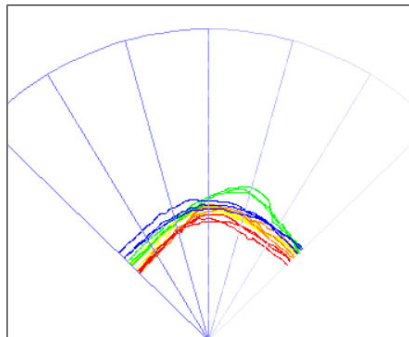
Quadro 2. Identificação de ajustes de qualidade vocal referentes a ponta e corpo de língua apresentados por cada falante do grupo estudado (graus identificados em função da maior parte das ocorrências)

Identificação	Ajustes de qualidade vocal - ponta e corpo de língua
Falante 1	Ajuste neutro de ponta e de corpo de língua.
Falante 2	Ajuste de ponta (graus 1-2) e de corpo de língua (graus 1-2) avançados.
Falante 3	Ajuste de ponta (graus 2-3) e de corpo de língua (graus 2-3) avançados.
Falante 4	Ajuste de ponta (graus 2-3) e de corpo de língua (graus 2-3) avançados.
Falante 5	Ajuste de ponta de língua avançada (graus 2-3) e corpo de língua abaixado (grau 2) com extensão diminuída.
Falante 6	Ajuste de corpo de língua abaixado (grau 2) e de mandíbula aberta (graus 2-3).
Falante 7	Ajuste de corpo de língua recuado (grau 3) e abaixado (grau 3), com extensão diminuída.

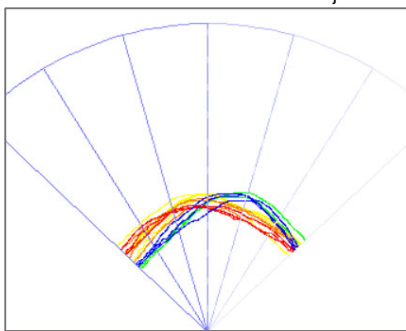
Imagens ultrassonográficas de contorno da língua

A análise dos contornos do corpo de língua das produções vocálicas dos sete falantes é apresentada

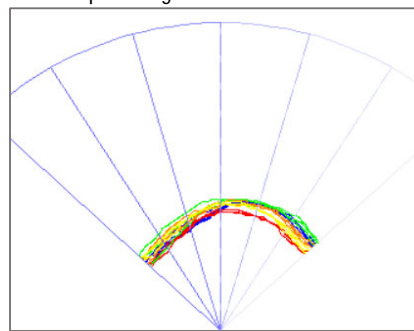
nas Figuras de 1 a 3, de forma geral por todas as produções vocálicas (Figura 1) e diferenciada por segmentos-chave (Figuras 2 a 4).



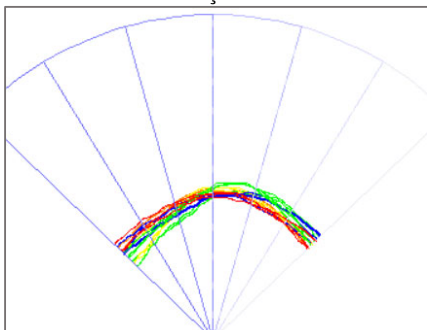
Falante 1 – ajustes neutros de ponta e de corpo de língua.



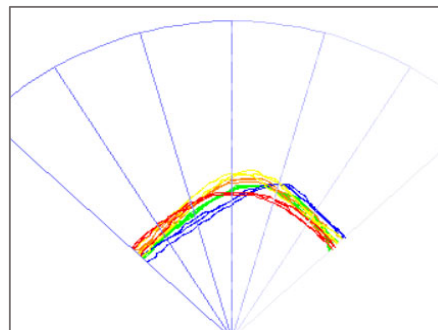
Falante 2 – ajustes de ponta e de corpo de língua avançados.



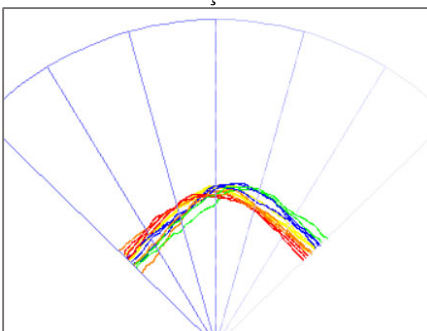
Falante 3 – ajuste ponta e de corpo de língua avançados.



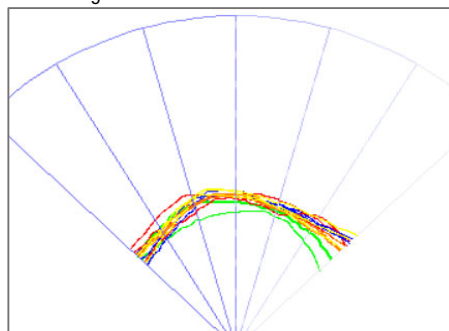
Falante 4 – ajuste de ponta e de corpo de língua avançados.



Falante 5 – ajustes de ponta de língua avançada e corpo de língua abaixado com extensão diminuída.



Falante 6 – ajustes de corpo de língua abaixado e de mandíbula aberta.



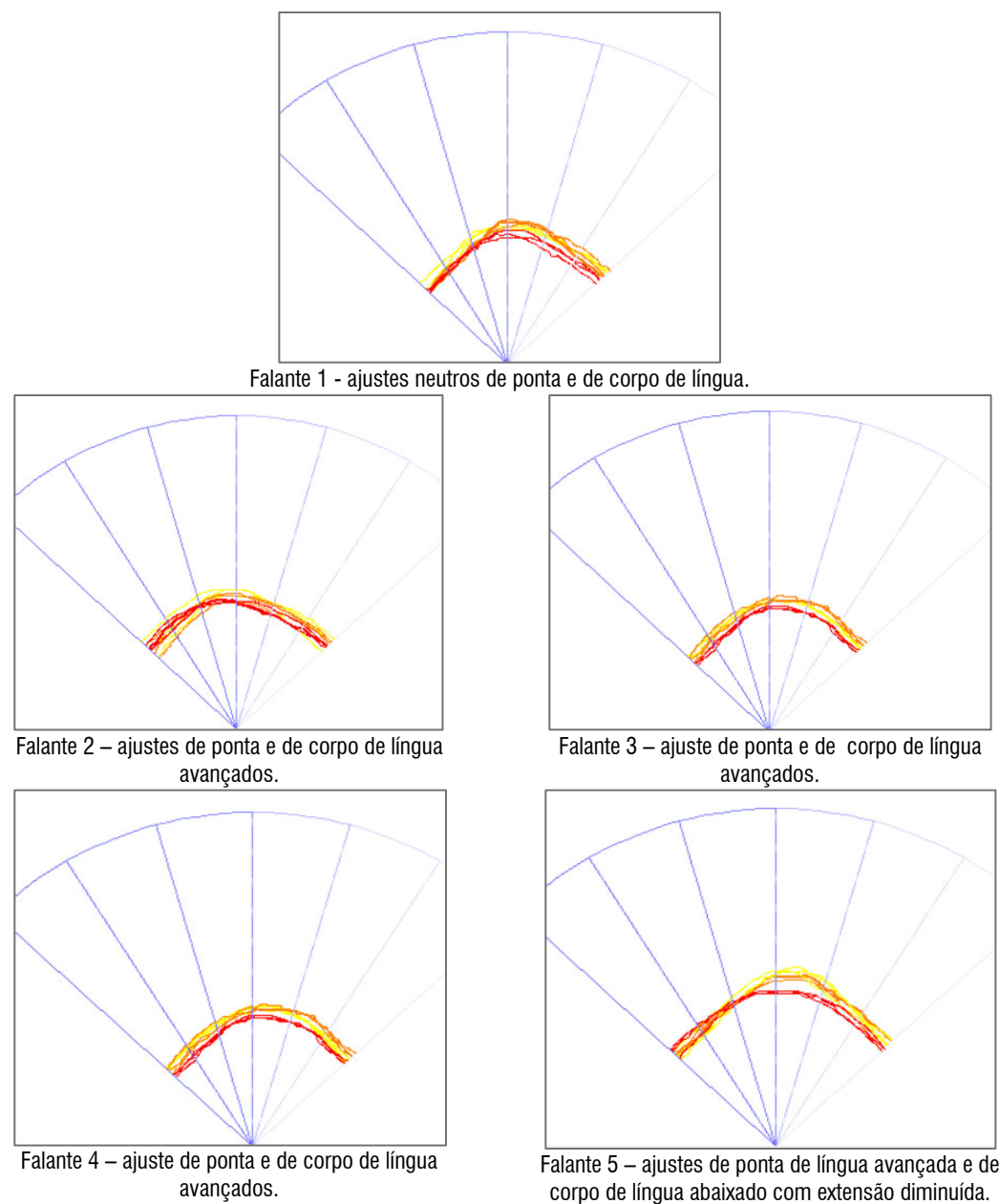
Falante 7 – ajustes de corpo de língua recuado e abaixado, com extensão diminuída.

Legenda: cores- vermelha (vogal [a]), azul (vogal [e]), verde (vogal [i]), laranja (vogal [o]), amarelo (vogal [u]). Orientação dos traçados: Direita - ponta da língua (anterior); Esquerda - cavidade faríngea (posterior).

Figura 1. Traçados do contorno dorso da língua (*splines*) em visão sagital de amostras de vogais [a], [e], [i], [o] e [u] de cada falante do grupo estudado

A partir do princípio de suscetibilidade dos segmentos aos ajustes de qualidade vocal, na visão de Laver (1980)^{11,22}, são apresentados os contornos de língua dos segmentos-chave relacionados aos ajustes de qualidade vocal detectados em distintos eixos de movimentação da língua (Figuras de 2 a 4).

Os contornos de língua das produções com vogal central e aberta [a] e vogais posteriores e fechadas [u] e [o] do falante com ajuste neutro e falantes com ajustes de ponta e de corpo de língua avançadas são apresentados na Figura 2.

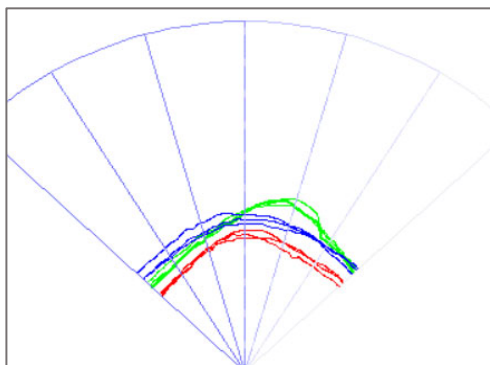


Legenda: cores vermelha (vogal [a]), laranja (vogal [o]) e amarela (vogal [u]). Orientação dos traçados: Direita- ponta da língua (anterior); Esquerda- cavidade faríngea (posterior).

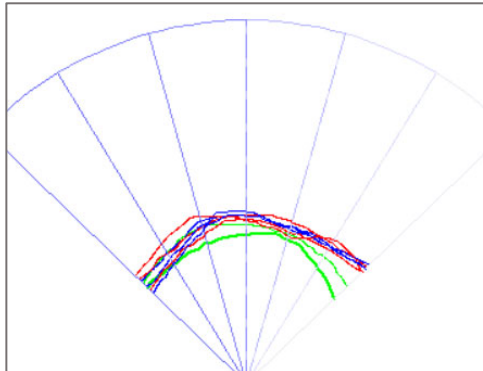
Figura 2. Traçados dos contornos de língua das produções com vogal central e aberta [a] e vogais posteriores e fechadas [u] e [o] do falante com ajuste neutro e dos falantes com ajustes de ponta e de corpo de língua avançados

Os contornos de língua das produções com vogal central e aberta [a] e vogais anteriores e fechadas [i] e [e] do falante com ajuste neutro e do falante com

ajustes de corpo de língua recuado e abaixado são apresentados na Figura 3.



Falante 1 - ajustes neutros de ponta e de corpo de língua.



Falante 7 – ajustes de corpo de língua recuado e abaixado, com extensão diminuída.

Legenda: cores vermelha (vogal [a]), azul (vogal [e]) e verde (vogal [i]). Orientação dos traçados: Direita- ponta da língua (anterior) ; Esquerda- cavidade faríngea (posterior).

Figura 3. Traçados dos contornos de língua das produções com vogal [a] e vogais anteriores e altas [e] e [i] do falante com ajuste neutro e falante com ajuste de corpo de língua recuado e abaixado

Os contornos de língua das produções com vogal central e aberta [a] e vogais fechadas, respectivamente anterior e posterior, [i] e [o], do falante com ajuste

neutro e dos falantes com ajuste de corpo de língua abaixado são apresentados na Figura 4.

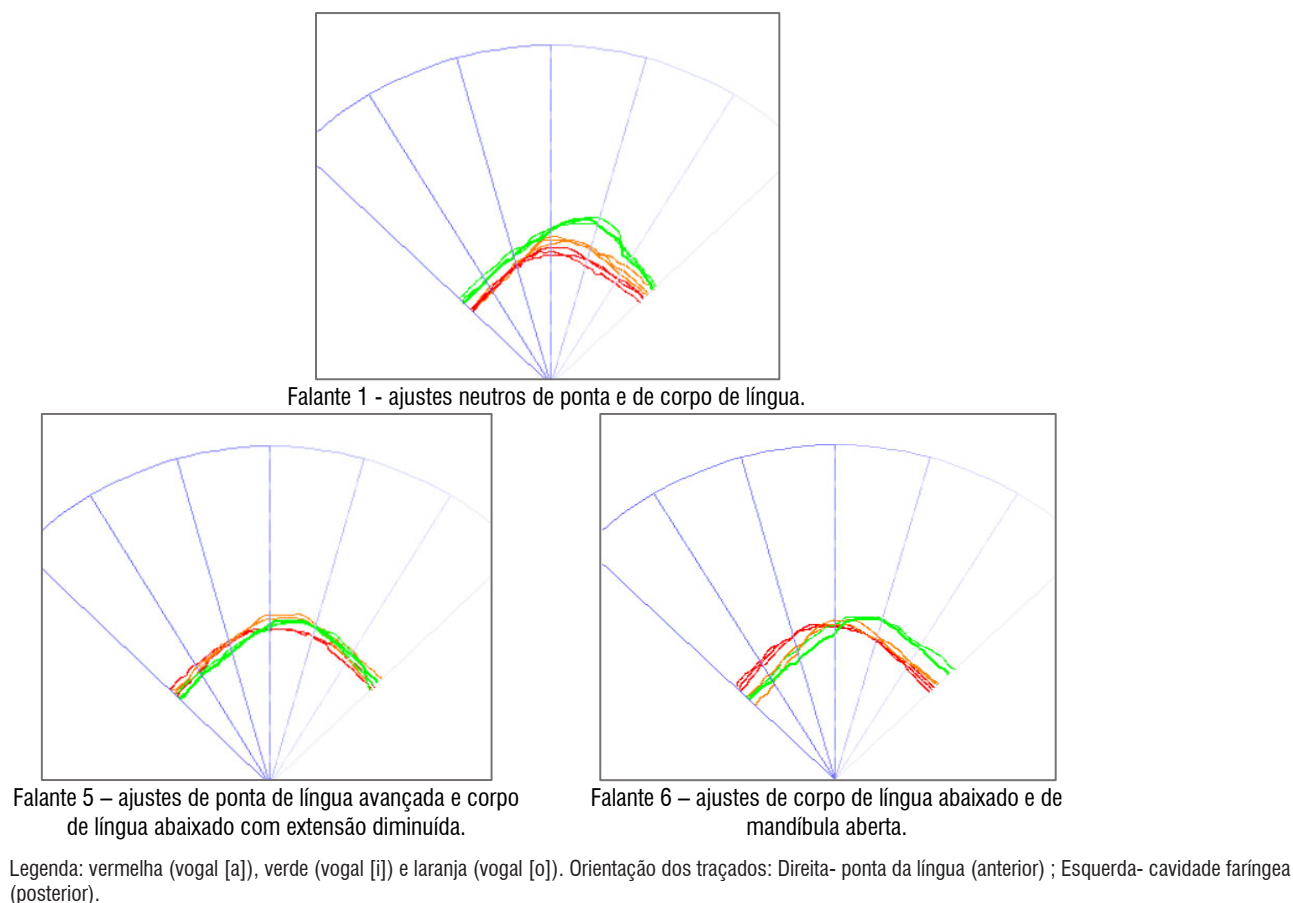


Figura 4. Traçados dos contornos de língua das produções com vogal [a] e vogais altas [i] e [o] do falante com ajuste neutro e de falantes com ajuste de corpo de língua abaixado

DISCUSSÃO

Com base na análise perceptivo-auditiva, em termos de ajustes de ponta e de corpo de língua, foi possível observar maior ocorrência de ajustes de longo termo de ponta e de corpo de língua avançados, conforme Quadros 1 e 2, seguidos por corpo de língua abaixado e corpo de língua recuado.

A análise de dados intra-sujeitos aponta para características e tendências musculares (da língua como articulador central) peculiares de ajustes de qualidade vocal referentes ao posicionamento mais avançado ou recuado ou ainda abaixado, com maior ou menor extensão de língua, e de mandíbula, inclusive. Tais informações foram coletadas a partir de traçados extraídos em um ponto estacionário da vogal (Figuras 3 a 4).

Os segmentos-chave (vogais) apresentam características que possibilitam melhor visualização da extensão do movimento da língua na produção da fala, por apresentarem mobilizações nas regiões anterior, média e posterior da cavidade oral²⁷.

Sabe-se que um dos critérios de classificação articulatória das vogais refere-se à posição da língua nos planos horizontal (anterior, central ou posterior) e vertical (baixa, média ou alta), com associação à posição de mandíbula para caracterização da abertura. Para o português brasileiro, [a] como vogal baixa, central (com tendências à posteriorização) e aberta, [e]: vogal média alta, anterior e semifechada, [i]: vogal alta, anterior e fechada, [o]: vogal média alta, posterior e semifechada e [u]: vogal alta, posterior e fechada³⁰.

Desta forma, é possível corresponder os ajustes de qualidade vocal detectados auditivamente aos julgamentos das imagens dos traçados ultrassonográficos das vogais, pois, em contexto tônico as mobilizações de língua de cada falante tendem a realçar o ajuste presente detectado por análise perceptivo-auditiva.

Os ajustes de qualidade vocal referentes ao corpo da língua (abaixado, avançado e recuado), além da diminuição da extensão de língua e de mandíbula, constantes no roteiro de avaliação perceptiva VPAS-PB, encontraram correspondências aos contornos de

imagens ultrassonográficas da língua em segmento-chave eleitos - vogais orais -, especialmente aquelas em maiores graus de manifestação, conforme abaixo descrito.

Para o caso do falante 1, representativo de ajustes neutros de ponta e corpo de língua, foram detectadas posturas diferenciadas da língua para vogais em posições opostas do trapézio vocálico, tais como [a], [i] e [o]^{19,30}.

Ressalta-se que o traçado de [u] não foi nítido e facilmente observável nas várias emissões de diferentes falantes, à semelhança de algumas referências na literatura^{5,10}.

Na vigência de ajustes com tendências a avanço de corpo de língua, as vogais posteriores foram as que melhor revelaram a tendência muscular de termo e vice-versa. A casuística não contou com amostras representativas de corpo de língua elevado.

Os falantes 2, 3 e 4 (e 5 quanto à ponta de língua apenas) que apresentaram ajustes de ponta e corpo de língua avançados demonstram, por seus traçados de língua nas produções vocálicas, postura de língua inclinada à direita tanto no conjunto total da vogais (Figura 1), quanto no conjunto de vogais suscetíveis, como as posteriores [o] e [u] e a central [a], as quais, por definição, teriam suas configurações em região posterior. Destes, as mobilizações mais nítidas ocorreram para o falante 5.

No caso de mobilizações que tenderam ao abaixamento do corpo de língua, as vogais altas e médias altas (fechadas) revelaram as tendências, com escassa variação no eixo da altura, conforme observado em falantes 6 e 7.

O falante 7 revelou ajustes compostos de corpo de língua recuado e abaixado, com extensão diminuída de língua e de mandíbula. As imagens ultrassonográficas (Figura 3) revelaram a posição da língua recuada e abaixada na emissão de vogais anteriores e altas como [e] e [i] em relação à vogal [a] de configuração posterior e baixa.

Por fim, também é possível constatar concordância entre descrição perceptiva dos ajustes de qualidade vocal e imagens, a partir dos traçados de contorno de língua de emissões vocálicas dos falantes 5 e 6 (Figura 4). Com descrição de ajustes de ponta de língua avançada e de corpo de língua com extensão diminuída, corpo de língua abaixado e de mandíbula aberta expressaram contornos da articulação das vogais [o] e [u] anteriorizadas, mesmo sendo estas, vogais posteriores e altas efetivamente.

Os achados reforçam o princípio de suscetibilidade dos segmentos aos ajustes de qualidade vocal do modelo fonético de descrição da qualidade vocal e apontam aplicabilidade da ultrassonografia no campo fonoaudiológico^{4-10,13-16,23-25,27,28}, com destaque dos dados apresentados na presente pesquisa, que ampliam a aplicabilidade para os campos da clínica e assessoria vocal. Neste ponto, a ultrassonografia endossa o detalhamento de articulador língua e contempla férteis interpretações como ferramenta complementar ao diagnóstico de distúrbios presentes na esfera supralaríngea e para acompanhamento terapêutico, por meio do fornecimento de imagens em tempo real, que proporcionam *feedback* visual ao paciente que poderá reconfigurar as mobilizações de língua.

Almeja-se continuidade desta natureza de exploração no intuito de avanço na captura e leitura de dados de imagens ultrassonográficas da ponta de língua, além de exploração de imagens para além do plano sagital (abordadas no presente estudo), tais como aquelas dos planos coronal e oblíquo. Além disso, busca-se ampliar a abordagem da variedade de ajustes característicos da ressonância da voz, com ampliação do enfoque de eventos da região laringo-faríngea e com incorporação de procedimentos de extração de medidas do deslocamento da língua¹⁰.

Além das contribuições acadêmicas e tecnológicas, os achados desta pesquisa apontam à eficiência do uso associado da técnica de ultrassonografia para processos clínicos e de assessoria em fala e voz, a ressaltar os articuladores como demanda de atenção na exploração da qualidade vocal e, sobretudo por meio de imagens de ultrassom, passíveis de serem evidenciados quanto ao manejo e dinâmica entre as esferas laríngea, supralaríngea e de tensão muscular geral.

CONCLUSÃO

Os ajustes de qualidade vocal referentes ao corpo da língua (abaixado, avançado e recuado), além da diminuição da extensão de língua e de mandíbula, constantes no roteiro de avaliação perceptiva VPAS-PB, encontraram correspondências aos contornos de imagens ultrassonográficas da língua em segmentos chave eleitos (vogais orais), especialmente aqueles em maiores graus de manifestação.

Na vigência de ajustes com tendências a avanço de corpo de língua, as vogais posteriores foram as que melhor revelaram a tendência muscular de termo

e vice-versa. No caso de mobilizações que tenderam ao abaixamento do corpo de língua, as vogais altas e médias altas (fechadas) revelaram tais tendências. A casuística não contou com amostras representativas de corpo de língua elevado.

Os achados reforçam o princípio de suscetibilidade dos segmentos aos ajustes de qualidade vocal do modelo fonético de descrição da qualidade vocal e apontam aplicabilidade da ultrassonografia nos domínios da clínica e da assessoria vocal.

REFERÊNCIAS

1. Lima JPH, Julio A, Daniel CG. Recursos tecnológicos na área da fala e audição: revisão. In: Camargo C, editora. *Fonética Clínica - Vinte anos de LIAAC*. São Paulo: Pulso Editorial; 2016. p.167-79.
2. Pereira LCK, Madureira S, Camargo Z, Lima JPH. Proposta de investigação multi-instrumental da fala de sujeitos com deficiência auditiva: análises acústica, perceptiva e ultrassonográfica. In: Camargo C, editora. *Fonética Clínica - Vinte anos de LIAAC*. São Paulo: Pulso Editorial; 2016. p.183-95
3. Zharkova N, Gibbon FE, Lee A. Using ultrasound tongue imaging to identify covert contrasts in children's speech. *Clinical Linguistics & Phonetics*. 2017;31(1):21-34.
4. Wein B, Bockler R, Klajman S, Obrebowski IA. Ultrasonography of the tongue in the rehabilitation of speech articulation disorders. *Otolaryngol Pol*. 1991;45(2):133-40.
5. Zharkova N. Using ultrasound to quantify tongue shape and movement characteristics. *Cleft Palate Craniof J*. 2013;50(1):76-81.
6. Stone M. A three-dimensional model of tongue movement based on ultrasound and x-ray microbeam data. *J Acoust Soc Am*. 1981;87(5):2207-17.
7. Silva LM, Vassoler AMO, Marino VCC, Berti LC. Quantitative analysis of tongue movement in 14 phonemes of Brazilian Portuguese. *CoDAS [periódico na Internet]* 2017 [acessado em 12 de Junho de 2021]; 29(4):1-8. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/NTMV6ZvNCbXDY9FGQF7wNWc/?lang=en>
8. Wertzner HF, Francisco DT, Pagan-Neves LO. Tongue contour for /s/ and /ʃ/ in children with speech sound disorder. *CoDAS [periódico na Internet]* 2014 [acessado em 12 de Junho de 2021]; 26(3):248-51. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/ZFqp5XDM7F4QLpztVx9CChR/?lang=en>
9. Barberena LS, Simoni SN, Souza RCS, Moraes DAO, Berti LC, Keske-Soares M. Ultrasound analysis of tongue contour for the sound [j] in adults and children. *CoDAS [periódico na internet]* 2017 [acessado em 12 de Junho de 2021]; 29(6): [aproximadamente 8 p]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/nWWQ6FYDMmxQ6WSG44SFSFx/?lang=en>
10. Bressmann T, de Boer G, Marino VC de C, Fabron ELG, Berti LC. Influence of voice focus on tongue movement in speech. *Clinical Linguistics & Phonetics*. 2017;31(3):212-21.
11. Camargo Z, Madureira S. Avaliação vocal sob a perspectiva fonética: investigação preliminar. *Disturb. Comum*. 2008;20(1):77-96.
12. Freitas SV. Correlação entre a avaliação acústica e perceptual na caracterização de vozes patológicas [tese]. Porto (Portugal): Universidade do Porto; 2010.
13. Vassoler AMO, Berti LC. Análise ultrassonográfica quantitativa da produção de encontros consonantais realizadas por crianças típicas e atípicas. In: 23º Congresso Brasileiro e 9º Congresso Internacional de Fonoaudiologia. 2015. Salvador. Bahia. p.1-7.
14. Barberena LS, Brasil BC, Mezzomo CL, Mota HB, Keske-Soares M. Ultrasound applicability in Speech Language Pathology and Audiology. *CoDAS [periódico na Internet]* 2014 [acessado em 12 de Junho de 2021]; 26(6):520-30. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/GsBMpMGcdD8YwxVX3dy5DxB/?lang=en>
15. Rocha SG, Silva RG, Berti LC. Qualitative and quantitative ultrasound analysis of oropharyngeal swallowing. *CoDAS [periódico na Internet]* 2015 [acessado em 12 de Junho de 2021]; 27(5):437-45. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/codas/a/Z7RZkK7hQrmnMYfXkKwbcxK/?lang=pt&format=pdf>
16. Steidi CMS, Gonçalves BFT, Bilheri D, Brancher EC, Pasqualoto AS, Mancopes R. Application of ultrasound method in the evaluation of biomechanical swallowing – literature review. *Disturb. Comum. [periódico na Internet]* 2016 [acessado em 12 de Junho de 2021]; 28(2):219-28. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1657>

17. Laver J, Wirz S, Mackenzie J, Hiller S. A perceptual protocol for the analysis of vocal profiles. In: Edinburgh University Press. Edinburgh University Department of Linguistics, Edinburgh (United Kingdom); V. 14, 1981. p.139-55.
18. Laver J. The phonetic description of voice quality. 1ª ed, Cambridge: Cambridge University Press, 1980.
19. Camargo Z, Madureira S. Material Instrutivo para uso do roteiro vocal profile e analysis scheme para o português brasileiro (VPAS-PB). In: Camargo C, editora. Fonética Clínica - Vinte anos de LIAAC. São Paulo: Pulso Editorial; 2016. p.225-35.
20. Isolan-Cury R, Scalissi N, Monte O, Cury AN, Camargo Z, Freitas AB. Qualidade vocal e acromegalia: dados do trato vocal. In: Camargo C, editora. Fonética Clínica - Vinte anos de LIAAC. São Paulo: Pulso Editorial; 2016.p.33-58.
21. Gomes PC, Oliveira LR, Camargo Z. Respiração oral na infância: parâmetros perceptivo-auditivos e acústicos de qualidade. In: Camargo C, editora. Fonética Clínica - Vinte anos de LIAAC. São Paulo: Pulso Editorial; 2016. p.121-8.
22. Freitas T, Oliveira LR, Camargo Z. Ajustes de qualidade vocal nos tipos faciais: análise perceptivo-auditiva e acústica. In: Camargo C, editora. Fonética Clínica - Vinte anos de LIAAC. São Paulo: Pulso Editorial; 2016.p.129-40.
23. Brum-de-Paula MR, Ferreira-Gonçalves G, organizadoras. A ultrassonografia e os gestos da fala. Pedro & João Editores, São Carlos: 2021. [Acessado em 14 jun 2021]. Disponível em: <https://pedroejoaoeditores.com.br/site/a-ultrassonografia-e-os-gestos-da-fala/>.
24. Balch P, Wrench A. Towards a 3D tongue model for parameterising ultrasound data. 18th International Congress of Phonetic Sciences ICPhSc Proceedings, 2015, Glasgow, v. 1, paper 0263.
25. Correa BT, Gonçalves GF. Parâmetros em análises qualitativa e quantitativa: dados ultrassonográficos de língua. In: Brum-de-Paula MR, Ferreira-Gonçalves G, organizadoras. A ultrassonografia e os gestos da fala. Pedro & João Editores, São Carlos: 2021. [Acessado em 28 ago. 2021]. Disponível em: <https://pedroejoaoeditores.com.br/site/a-ultrassonografia-e-os-gestos-da-fala/>. Acesso em: 28 ago. 2021.
26. Silva AF. Contrastes na produção de vogais da língua inglesa: um estudo com o uso de técnicas de fonética acústica e ultrassonografia. CBTEcLe. 2018;1(1):1-18.
27. Wiethan F, Ceron MI, Marchetti P, Giachchini V, Mota GB. The use of electroglottography, electromyography, spectrography and ultrasound in speech research - theoretical review. Rev. CEFAC [periódico na Internet] 2015 [acessado em 12 de Junho de 2021]; 17(1):115-25. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/bn3QHbq3JR4BP378JRjrxCK/?lang=en>
28. Barberena LS, Portalete CR, Simoni SN, Prates ACM, Keske-Soares M, Mancopes R. The use of electroglottography, electromyography, spectrography and ultrasound in speech research - theoretical review. CoDAS [periódico na Internet] 2017 [acessado em 12 de Junho de 2021]; 29(2):115-25. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/bn3QHbq3JR4BP378JRjrxCK/?lang=en>
29. Erickson D. Voice quality. In: Verbetes LBASS. 2021. [Acessado em 28 ago 2021]. Disponível em: <http://www.letras.ufmg.br/lbass/>
30. Barbosa PA, Albano EC. Illustrations of the IPA. JIPA. 2004;34(2):227-32.