

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DISTÚRBIOS DA
COMUNICAÇÃO HUMANA**

Caroline Rodrigues Portalete

**CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRODUÇÃO DA FALA POR
ANÁLISE INSTRUMENTAL EM ADULTOS FALANTES DO
PORTUGUÊS BRASILEIRO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Santa Maria, RS, Brasil
2017**

Caroline Rodrigues Portalete

CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRODUÇÃO DA FALA POR ANÁLISE INSTRUMENTAL EM ADULTOS FALANTES DO PORTUGUÊS BRASILEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana**

Orientadora: Prof^a Dr^a. Karina Carlesso Pagliarin
Coorientadora: Prof^a Dr^a. Marcia Keske Soares

Santa Maria, RS, Brasil

2017

Portalete, Caroline Rodrigues
Caracterização dos níveis de produção da fala por
análise instrumental em adultos falantes do Português
Brasileiro / Caroline Rodrigues Portalete.- 2017.
131 p.; 30 cm

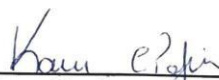
Orientadora: Karina Carlesso Pagliarin
Coorientadora: Marcia Keske-Soares
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-
Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, RS, 2017

1. Produção da fala 2. Avaliação 3. Nasalância 4.
Articulação 5. Ultrassom I. Pagliarin, Karina Carlesso
II. Keske-Soares, Marcia III. Caracterização dos níveis de
produção da fala por análise instrumental em adultos
falantes do Português Brasileiro.

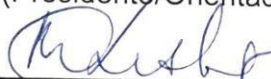
CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRODUÇÃO DA FALA POR ANÁLISE INSTRUMENTAL EM ADULTOS FALANTES DO PORTUGUÊS BRASILEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana**

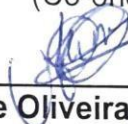
Aprovado em 14 de julho de 2017



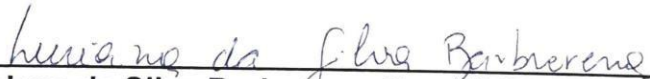
Karina Carlesso Pagliarin, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Márcia Keske Soares, Dra. (UFSM)
(Co-orientadora)



Aline Mara de Oliveira Vassoler, Dra. (UNESP)



Luciana da Silva Barberena, Dra. (UFSM/HUSM)

Santa Maria, RS
2017

DEDICATÓRIA

Dedico este estudo à vida e ao futuro de todos os meus pacientes, com quem aprendi muito mais do que ensinei, e que me transformaram completamente.

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria/RS, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Centro de Estudos de Linguagem e Fala da Universidade Federal de Santa Maria/RS.

À CAPES por conceder apoio financeiro durante o curso de mestrado.

*À minha orientadora **Karina Carlesso Pagliarin**, por se permitir viver comigo essa jornada maravilhosa, por ter tido coragem de me orientar, por explorar o desconhecido comigo, por não medir esforços para me ajudar, por estar sempre ao meu lado e por acreditar nos meus sonhos. Agradeço por todos os momentos em que você serviu de inspiração para mim. Agradecerei eternamente por ter tido uma orientadora como você!*

*À professora **Márcia Keske Soares**, por ter acreditado no meu potencial, por ter me concedido a experiência da Iniciação Científica, por ser essa professora maravilhosa, pelos valiosos conselhos e por me inspirar a seguir na área acadêmica.*

*À banca examinadora composta pelas doutoras **Luciana da Silva Barberena**, a qual me introduziu no universo da Fonologia Gestual, e **Aline Mara de Oliveira Vassoler**, pela disponibilidade e excelentes contribuições dispensadas à concretização deste trabalho.*

*À professora **Camila Rosa de Oliveira** e ao professor **Denis Altieri**, pelo empenho e competência nas análises estatísticas desta dissertação.*

*À colega **Isadora Rosado**, por ter me auxiliado com tanta competência nas análises ultrassonográficas.*

Aos adultos que participaram desta pesquisa.

*Aos meus amigos e colegas de mestrado, **Ana Cristina, Allan e Simone**, por dividirem tantos momentos, por compartilharem inúmeros conhecimentos, por tantas palavras e gestos de generosidade, e por estarem sempre dispostos a tomar um bom café.*

*À minha mãe **Jacqueline**, pelos ensinamentos diários e pelos infinitos exemplos de coragem, gentileza, determinação e fé.*

*Ao meu pai **Valter**, por me inspirar tanto, por transformar tudo em poesia, por compartilhar constantemente a sua sabedoria e por nunca soltar a minha mão.*

*Aos meus avós **Manoel e Jussara**, por me ensinarem o valor da vida, da família, da união, do caráter e o poder que o amor exerce sobre todos nós.*

*Aos meus avós **Deocleciano e Constança (im memoriam)**, pelo suporte, pela presença e por terem acreditado e investido tanto em mim.*

*Ao **Andreas**, por tantos gestos de carinho e generosidade, pelos momentos de felicidade e pelas incontáveis vezes em que você me salvou.*

*À **Espiritualidade**, pela graça da minha vida e por ter me concedido a trajetória através de caminhos iluminados, bondosos e generosos.*

*Se um homem começar com certezas,
certamente terminará com dúvidas; mas se
ele se satisfazer em começar com dúvidas,
certamente terminará com certezas.*

(Francis Bacon)

RESUMO

CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRODUÇÃO DA FALA POR ANÁLISE INSTRUMENTAL EM ADULTOS FALANTES DO PORTUGUÊS BRASILEIRO

AUTORA: Caroline Rodrigues Portalete
ORIENTADOR: Karina Carlesso Pagliarin
COORIENTADORA: Marcia Keske Soares

Os estudos linguísticos têm se preocupado em caracterizar a fala desviante, como acontece nas desordens dos sons da fala, apraxias, disartrias, etc. Contudo, para ter conhecimento da dimensão das alterações fonoarticulatórias nesses casos, é imprescindível a utilização de métodos de avaliação que se proponham a caracterizar a fala típica, para posterior comparação com a fala atípica. Desta forma, este trabalho teve objetivo caracterizar instrumentalmente a produção da fala típica, por meio da obtenção de medidas nasométricas e ultrassonográficas. O trabalho consistiu na avaliação nasométrica e ultrassonográfica da fala de adultos falantes típicos da cidade de Santa Maria/RS. A coleta de dados da fala foi realizada utilizando o Protocolo de Avaliação Instrumental da Fala com o auxílio do Nasômetro II para avaliação nasométrica, e do software *Articulate Assistant Advanced* para avaliação ultrassonográfica dos movimentos de língua. Este trabalho investigou os valores de nasalância das consoantes do Português Brasileiro, propondo novas classificações quanto à nasalidade dos segmentos e ampliando o conhecimento sobre a função velofaríngea em cada segmento. Concluiu-se que os valores de nasalância para segmentos nasais e segmentos orais plosivos vozeados são mais altos quando comparados aos segmentos orais não vozeados e líquidas, sugerindo que se acrescente a classificação oronasal para plosivos vozeados. Também foram estudados de maneira qualitativa e quantitativa o aspecto articulatório das consoantes do Português Brasileiro, as quais foram caracterizadas através de pautas gestuais e comparadas estatisticamente. Com relação à classe de segmentos labiais e bilabiais, as imagens dos adultos mostraram um gesto de corpo de língua em direção ao palato duro. Os segmentos linguodentais /t/, /d/ e /n/ apresentaram um único gesto de ponta de língua em direção ao alvéolo. Os segmentos fricativos alveolares /s/ e /z/ mostraram dois gestos articulatórios simultâneos: um de ponta de língua em direção ao alvéolo e um de corpo de língua em direção ao palato duro. Os segmentos /k/, /g/ apresentaram um gesto de corpo de língua em direção ao final do palato duro, enquanto /ŋ/ apresentou o mesmo gesto de língua, mas em direção ao palato mole. Os segmentos /l/ e /ʒ/ apresentaram um gesto de ponta de língua em direção ao alvéolo, um gesto de corpo de língua em direção ao palato duro e um gesto de raiz de língua em direção à faringe. Por fim, as líquidas indicaram ser diferentes entre si em muitos aspectos: a líquida /l/ apresentou um movimento acentuado em direção ao alvéolo, enquanto a líquida /r/ mostrou tanto um gesto de ponta de língua quanto um movimento discreto de raiz de língua, em direção à faringe. A líquida /R/ apresentou um gesto de raiz de língua e também um gesto de corpo de língua em direção ao palato e a líquida /ʁ/ apresentou gestos equivalentes e assíncronos, ocorrendo em primeira instância um gesto de ponta de língua em direção ao alvéolo, seguido de um gesto de corpo de língua em direção ao palato duro, sendo presente também um gesto de raiz de língua. Através desse trabalho, procurou-se ressaltar a importância de avaliar a fala com instrumentos que permitam ao clínico identificar cada nível de produção, bem como caracterizar as medidas nasométricas e ultrassonográficas na fala.

Palavras-chave: Produção da fala. Avaliação. Nasalância. Articulação. Ultrassom.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF SPEECH PRODUCTION LEVELS USING INSTRUMENTAL ANALYSIS IN ADULTS SPEAKING BRAZILIAN PORTUGUESE

AUTHOR: CAROLINE RODRIGUES PORTALETE
ADVISOR: KARINA CARLESSO PAGLIARIN
COADVISOR: MARCIA KESKE SOARES

Linguistic studies have been concerned about characterizing deviant speech, as in speech sound disorders, apraxia of speech, dysarthria, etc. However, in order to be aware of the dimension of articulatory disorders in these cases, it is essential to use evaluation methods that are intended to characterize typical speech for later comparison with atypical speech. In this way, this work aimed to characterize instrumentally the production of the typical speech assessed through nasometry and ultrasonography. The study consisted of nasometric and ultrasonographic evaluation of the speech of typical speaking adults of the city of Santa Maria / RS. We utilized the Speech Instrumental Assessment Protocol to collect the speech data from Nasometer II and Articulate Assistant Advanced software. This study investigated the nasalance scores of Brazilian Portuguese consonants, proposing new nasality ratings of the segments and enhancing the knowledge about velopharyngeal function in each segment. It was concluded that nasalance scores for nasal segments and voiced plosive oral segments are higher than non voiced and liquid segments, suggesting that an oronasal classification for voiced plosives be included. The articulatory aspect of the Brazilian Portuguese consonants was also studied in a qualitative and quantitative way, which were characterized by gestural patterns and compared statistically. The labial and bilabial segments showed a gesture of the tongue body towards the hard palate. The alveolar segments /t/, /d/ and /n/ presented a gesture of the tongue tip, whilst /s/ and /z/ presented two gestures simultaneously one with the tip of the tongue towards the alveolus and one with the body of the tongue towards the hard palate. The velar segments /k/ and /g/ presented a tongue body gesture towards the hard palate and /ŋ/, the same gesture, but towards the soft palate. The palatoalveolar segments presented three gestures: a tongue tip gesture toward the alveolus, a tongue body gesture towards the hard palate and a tongue root gesture towards the pharynx. The liquids /l/ and /r/ presented a tongue tip gesture towards the alveolus, but /r/ also presented a tongue root gesture toward the pharynx; /R/ presented a tongue root gesture and also a tongue body gesture toward the palate. Finally, /ʎ/ showed three equivalent and asynchronous tongue gestures: a first gesture of tongue tip, a second gesture of tongue, and a gesture of tongue root, which was present throughout the production of the segment. Through this work, we tried to emphasize the importance of evaluating speech with instruments that allow the clinician to identify each level of production and also to characterize nasometric and sonographic measurements in speech.

Key words: Speech Production. Assessment. Nasalance. Articulation. Ultrassom.

LISTA DE FIGURAS

APRESENTAÇÃO

Figura 1 – Pautas gestuais para versões fricativas sonoras e vibrantes do rótico, incorporando-se a ação dos gestos da região glotal	22
Figura 2 – Instrumentação para determinação da nasalância.	24
Figura 3 – Captura de tela do <i>software Nasometer II</i>	35
Figura 4 – Captura de tela do <i>software Articulate Assistant Advanced (AAA)</i>	36
Fotografia 1 – Nasômetro (Kay Elemetrics Corporation) com <i>Headset</i>	34
Fotografia 2 – Posicionamento do voluntário durante a realização da nasometria... ..	36
Fotografia 3 – Ultrassom portátil, modelo DP 6600, marca Mindray	37
Fotografia 4 – Capacete estabilizador de cabeça	38

ARTIGO 1 – VALORES DE NASALÂNCIA PARA SEGMENTOS CONSONANTAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO EM ADULTOS FALANTES TÍPICOS

Quadro 1 – Lista de palavras do PRAINP	44
Figura 1 – Captura de tela do <i>software Nasometer II</i>	45

ARTIGO 2 – CARACTERIZAÇÕES DE ASPECTOS GESTUAIS DA PRODUÇÃO ARTICULATÓRIA DOS SEGMENTOS CONSONANTAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO EM ADULTOS FALANTES TÍPICOS

Figura 1 – Imagem sagital do <i>frame</i> correspondente à língua em repouso	63
Figura 2 – <i>Frames</i> correspondentes ao ponto de máxima elevação para cada consoante do PB de um sujeito participante	64
Figura 3 – Proposta de organização gestual para plosivas bilabiais.	65
Figura 4 – Proposta de organização gestual para plosivas alveolares	65
Figura 5 – Proposta de organização gestual para plosivas velares	66
Figura 6 – Proposta de organização gestual para fricativas labiodentais.	66
Figura 7 – Proposta de organização gestual para fricativas alveolares	67
Figura 8 – Proposta de organização gestual para fricativas palatoalveolares.	67
Figura 9 – Proposta de organização gestual para as líquidas /l/ e /ʎ/	68
Figura 10 – Proposta de organização gestual para as líquidas /r/ e /R/.	68
Figura 11 – Proposta de organização gestual para nasais /m/ e /n/	69
Figura 12 – Proposta de organização gestual para nasal /ɲ/	69

ARTIGO 3 – CONTORNOS MÉDIOS DE LÍNGUA NA PRODUÇÃO DE SEGMENTOS CONSONANTAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO EM ADULTOS FALANTES TÍPICOS

Figura 1 – Imagem da língua em plano sagital contendo 42 splines	80
Figura 2 – Linha média do palato com intervalos de 95% de confiança	83
Figura 3 – (a) Linhas médias do /p/ e /d/ com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /p/ e /b/	85
Figura 4 – (a) Linhas médias do /f/ e /v/ com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /f/ e /v/	85
Figura 5 – Linha média do /m/ com intervalos de 95% de confiança	86

Figura 6 – Distribuição dos desvios padrões médios dos fonemas bilabiais e labiodentais	86
Figura 7 – a) Análise de ajustamento (QQ-Plot) para os desvios padrões médios dos fonemas bilabiais e labiodentais. b) Análise de homoscedasticidade (igualdade de variâncias entre grupos) para os desvios padrões médios dos fonemas bilabiais e labiodentais	88
Figura 8 – (a) Linhas médias do /t/ e /d/ com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /t/ e /d/.	89
Figura 9 – Linha média do /n/ com intervalos de 95% de confiança.....	89
Figura 10 – (a) Linhas médias do /s/ e /z/ com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /s/ e /z/.	90
Figura 11 – Linha média do /l/ com intervalos de 95% de confiança.....	91
Figura 12 – Linha média do /r/ com intervalos de 95% de confiança	91
Figura 13 – Distribuição dos desvios padrões médios dos fonemas alveolares	92
Figura 14 – a) Análise de ajustamento (QQ-Plot) para os desvios padrões médios dos fonemas alveolares b) Análise de homoscedasticidade (igualdade de variâncias entre grupos) para os desvios padrões médios dos fonemas alveolares	94
Figura 15 – (a) Linhas médias /ʃ/ e /ʒ/ e com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /ʃ/ e /ʒ/.	95
Figura 16 – (a) Linhas médias do /ɲ/ e /ɳ/ com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /ɲ/ e /ɳ/	96
Figura 17 – (a) Linhas médias do /k/ e /g/ com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /k/ e /g/	96
Figura 18 – Linha média do /R/ com intervalos de 95% de confiança	97
Figura 19 – Linhas médias das consoantes velares com intervalos de 95% de confiança	97
Figura 20 – Distribuição dos desvios padrões médios dos fonemas velares.....	99
Figura 21 – a) Análise de ajustamento (QQ-Plot) para os desvios padrões médios dos fonemas velares b) Análise de homoscedasticidade (igualdade de variâncias entre grupos) para os desvios padrões médios dos fonemas velares.....	100

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1 – VALORES DE NASALÂNCIA PARA SEGMENTOS CONSONANTAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO EM ADULTOS FALANTES TÍPICOS

Tabela 1 – Valores médios de nasalância para cada consoante.....	46
Tabela 2. Comparação entre os sexos quanto à produção dos fonemas.....	47
Tabela 3. Correlações das produções de fonemas	51

ARTIGO 3 – CONTORNOS MÉDIOS DE LÍNGUA NA PRODUÇÃO DE SEGMENTOS CONSONANTAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO EM ADULTOS FALANTES TÍPICOS

Tabela 1 – Análise de variância para os desvios padrões médios dos fonemas bilabiais e labiodentais	87
Tabela 2 – Comparações múltiplas (Teste post hoc de Tukey) para as diferenças entre os desvios padrões médios dos fonemas bilabiais e labiodentais....	87
Tabela 3 – Análise de variância para os desvios padrões médios dos fonemas alveolares	92
Tabela 4 – Comparações múltiplas (Teste post hoc de Tukey) para as diferenças entre os desvios padrões médios dos fonemas alveolares.....	93
Tabela 5 – Análise de variância para os desvios padrões médios dos fonemas velares	98
Tabela 6 – Comparações múltiplas (Teste post hoc de Tukey) para as diferenças entre os desvios padrões médios dos fonemas velares	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAA – Articulate Assistant Advanced

AMIOFE – Avaliação Miofuncional Orofacial com Escores

ANOVA – Análise de Variância

CAPE-V – Consenso da Avaliação Perceptivo-Auditiva da Voz

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

CELFL – Centro de Estudos de Linguagem e Fala

CL – Corpo da língua

DL – Dorso da língua

DVF – Disfunção velofaríngea

FAAR – Fonética Acústico-Artilatória

FAR - Fonologia Artilatória

FonGest – Fonologia Gestual

IAFAC – Instrumento de Avaliação de Fala para Análise Acústica

MVF – Mecanismo velofaríngeo

PB – Português Brasileiro

PL – Ponta da língua

PRAINFL – Protocolo de Avaliação Instrumental da Fala

QQ-PLOT – Quantile-Quantile plot

SPSS – Statistical Package for the Social Science

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	15
1.1. REFERENCIAL TEÓRICO	17
1.1.1. PRODUÇÃO DA FALA	17
1.1.1.1. Níveis de produção da fala	17
1.1.1.2. Modelos dinâmicos de produção da fala.....	21
1.1.2. AVALIAÇÕES INSTRUMENTAIS DA FALA	23
1.1.2.1. Nasometria	23
1.1.2.2. Ultrassonografia.....	25
1.2. PROPOSIÇÃO	27
1.3. MATERIAIS E MÉTODOS	27
1.3.1. ASPECTOS ÉTICOS	27
1.3.2. DESENHO DO ESTUDO	28
1.3.3. PARTICIPANTES	28
1.3.4. PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS	29
1.3.4.1. Avaliações fonoaudiológicas iniciais.	29
1.3.4.2. Avaliações instrumentais.	30
1.3.5. ANÁLISE DE DADOS	40
2. ARTIGO 1 – VALORES DE NASALÂNCIA PARA SEGMENTOS CONSONANTAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO EM ADULTOS FALANTES TÍPICOS	41
3. ARTIGO 2 – CARACTERIZAÇÕES DE ASPECTOS GESTUAIS DA PRODUÇÃO ARTICULATORIA DOS SEGMENTOS CONSONANTAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO EM ADULTOS FALANTES TÍPICOS	57
4. ARTIGO 3 – CONTORNOS MÉDIOS DE LÍNGUA NA PRODUÇÃO DE SEGMENTOS CONSONANTAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO EM ADULTOS FALANTES TÍPICOS	76
5. DISCUSSÃO	104
6. CONCLUSÃO	106
REFERÊNCIAS	108
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	116
APÊNDICE B – PRAINF	118
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	120
ANEXO B – AMIOFE	122
ANEXO C – CAPE-V	129

1. APRESENTAÇÃO

A presente pesquisa, intitulada “CARACTERIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE PRODUÇÃO DA FALA POR ANÁLISE INSTRUMENTAL EM ADULTOS FALANTES DO PORTUGUÊS BRASILEIRO”, iniciou a partir da criação de um Protocolo para Avaliação Instrumental da Fala (PRAIN – no prelo, Portaete, Fernandes e Pagliarin), que foi aplicado para avaliação de dados de fala por meio do nasômetro e da ultrassonografia (USG) dos movimentos de língua em adultos falantes típicos.

A pesquisa foi motivada pela necessidade de caracterizar alguns dos níveis envolvidos no processo de produção da fala, como a ressonância e a articulação, através de avaliações instrumentais. Alterações em quaisquer desses níveis podem comprometer a inteligibilidade de fala, caracterizando desvios ou distúrbios fonéticos, disfonias, disartrofonias/disartrias, etc. Nesses casos, pessoas que apresentam alterações na produção da fala são encaminhadas para avaliação e tratamento fonoaudiológico.

Entretanto, são escassos os protocolos de avaliação utilizando instrumentos que possibilitam a obtenção de resultados quantitativos e parâmetros confiáveis a respeito dos níveis envolvidos na produção da fala, como a ultrassonografia dos movimentos de língua e a nasometria. Portanto, para favorecer a interpretação de diversos distúrbios de fala, bem como aprimorar o diagnóstico e o processo terapêutico, é sensato aliar métodos perceptivos (qualitativos) a métodos instrumentais (quantitativos) na análise da produção de fala.

Estudos nacionais e internacionais utilizaram a nasometria para avaliar o nível de ressonância de pacientes com fissura labiopalatina (por exemplo, SINKO *et al.*, 2017; LARANJEIRA *et al.*, 2016; FUKUSHIRO e TRINDADE, 2011; SWEENEY e SELL, 2008; BRESSMAN *et al.*, 1999), anomalias craniofaciais (KUMMER, 2016), doenças neuromotoras (GREEN *et al.*, 2013), disartrias (por exemplo, SJÖGREEN *et al.*, 2015; MURDOCH, JOHNSON e THEODOROS, 1997), alterações auditivas (HASSAN *et al.*, 2012; KIM *et al.* 2012), bem como para tratar pacientes com disfunção velofaríngea (DVF) (por exemplo, BELCHER, DESHPANDE, GOUDY *et al.*, 2016; STADLER e HERSCH, 2015).

Além disso, a técnica da nasometria possibilitou a obtenção de dados a respeito dos valores de nasalância para diversos idiomas: Coreano (HÁ e CHO, 2015), Egípcio (ABOU-ELSAAD *et al.*, 2012), Língua Suaíli (VAN LIERDE *et al.*,

2013), Inglês Irlandês (LEE e BROWNE, 2013), Flamengo (COSYNS *et al.*, 2011), Grego (OKALIDOU, KARATHANASI e GRIGORAKI, 2011), Turco (SARAC, KAYIKCI e OZKAN, *et al.*, 2011), Holandês (VAN DER HEIJDEN *et al.*, 2011), Húngaro (HIRSCHBERG *et al.*, 2005), Tailandês (PRATHANEE *et al.*, 2003), Alemão (SWENNEN *et al.*, 2004) e Cantonês (WHITEHILL, 2001).

No cenário brasileiro, estudos objetivaram normatizar valores de nasalância considerando diferentes sotaques (MATURO e TRAWITSKI, 2017), faixas etárias, em casos típicos e de insuficiência velofaríngea, utilizando textos orais (TRINDADE, GENARO e DALSTON, 1997) ou palavra isolada (DI NINNO *et al.*, 2001). Entretanto, ainda é necessário caracterizar a nasalância de cada consoante do Português Brasileiro (PB), observando o comportamento do mecanismo velofaríngeo (MVF) na fala típica, para posterior comparação com a população com disfunções velofaríngeas. Desta forma, o primeiro estudo desta dissertação propôs-se a estimar valores de nasalância de fonemas consonantais do Português Brasileiro (PB) para adultos falantes típicos da região central do Rio Grande do Sul e verificar as possíveis relações entre nasalância e o modo de articulação dos fonemas, pela nasometria e ultrassonografia, respectivamente.

Em relação à avaliação ultrassonográfica, já foram realizadas diversas pesquisas sobre sua aplicabilidade na fonoaudiologia. Dentre as investigações ultrassonográficas relacionadas especificamente à fala, o ultrassom foi utilizado como um instrumento de avaliação e terapia com *biofeedback* visual (BERNHARDT *et al.*, 2008), para tratamento do /r/ (BARBERENA, 2016; MODHA *et al.*, 2008), caracterização do /r/ americano (CAMPBELL *et al.*, 2010), avaliação das consoantes em coda (POUPLIER, 2008), descrição dos movimentos linguais em plano coronal (BRESSMANN *et al.*, 2010), observação das propriedades coarticulatórias da língua (ZHARKOVA *et al.*, 2011), avaliação do movimento de língua em indivíduos com fissura labiopalatina (ZHARKOVA, 2013; BRESSMANN *et al.*, 2011) e com perda auditiva (BACSFALVI e BERNHARDT, 2011).

Entretanto, não foram encontrados resultados na literatura referentes ao uso da avaliação ultrassonográfica na caracterização da fala típica, de todos os sons do PB, em adultos com desenvolvimento típico de fala, ou na interpretação dos resultados através dos modelos dinâmicos de produção da fala. Sendo assim, à luz da Fonologia Gestual, o segundo e o terceiro estudo dessa dissertação propuseram-se a caracterizar os aspectos gestuais da produção articulatória e os contornos médios

de língua na produção dos segmentos consonantais do Português Brasileiro (PB) em adultos falantes típicos.

1.1. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, descrever-se-ão pesquisas voltadas à produção, inteligibilidade e investigação instrumental da fala, através de avaliações instrumentais, como a nasometria e USG. A descrição gestual dos segmentos consonantais do PB será abordada considerando as teorizações a respeito dos modelos dinâmicos de produção da fala.

1.1.1. PRODUÇÃO DA FALA

1.1.1.1. Níveis de produção da fala

A complexidade do processo de comunicação oral envolve aspectos acústicos, fisiológicos e proprioceptivos. O discurso fluente, além de ser um comportamento singular e exclusivamente humano, requer o planejamento de sequências sonoras, seguido pela execução de correspondentes planos motores (BASILAKOS *et al.*, 2017).

O circuito neural associado ao processamento da linguagem é complexo e dinâmico (CUMMINE *et al.*, 2016). A linguagem depende da interação de um sistema “sensorial” de entrada e um sistema “motor” de saída. A entrada sensorial para a fala ocorre predominantemente pelas vias auditivas, onde se inicia a transmissão dos sons no Sistema Nervoso Central (SNC) e a formulação da mensagem no cérebro. A partir da recepção da informação auditiva verbal, sinapses são realizadas para a formulação de uma resposta motora, neste caso, articulatória. Para que a articulação correta dos sons ocorra, faz-se necessário a sinergia de diversos sistemas envolvidos na articulação, como controle de nasalidade entre os fonemas e controle de nervos e músculos envolvidos na produção vocal (PRICE, 2000). Tais comandos são ajustados por meio de pistas cinestésicas e de *feedback* auditivo (PRADO, 2007).

Embora teorização extensiva e uma riqueza de dados experimentais tenham produzido modelos sofisticados de articulação (BROWMAN e GOLDSTEIN, 1992; GUENTHER, 2006; PERKELL, 2012; BUCHWALD, 2014; DELL, 2014; GOLDRICK,

2014; ZIEGLER e ACKERMANN, 2014; BLUMSTEIN e BAUM, 2016), a compreensão de como esses processos são implementados no tecido neural ainda é limitada (BASILAKOS *et al.*, 2017).

Existem múltiplas áreas cerebrais e motoras envolvidas na produção da fala (ANDRADE e DANTAS, 2005), mas ainda há discussões acerca do número preciso de regiões envolvidas nesse processo. Basilakos *et al.* (*op cit.*) pesquisaram o grau de especificidade funcional das regiões do cérebro responsivas à articulação para restringir hipóteses sobre suas contribuições à produção da fala, através da técnica de ressonância magnética. A avaliação instrumental mostrou que as regiões responsivas à articulação são sensíveis à complexidade articulatória.

As regiões de articulação pré-motora, por exemplo, mostram seletividade para a produção de fala em algumas tarefas relacionadas, como o controle da respiração (MURPHY *et al.*, 1997; WISE *et al.*, 1999; LOTZE *et al.*, 2000; BROWN *et al.*, 2005; BOHLAND e GUENTHER, 2006; GUENTHER *et al.*, 2006; SÖRÖS *et al.*, 2006), mas não para outras tarefas, como movimentos motores orais não verbais (MCKAY *et al.*, 2003; LOUCKS *et al.*, 2007). Em razão disso, pacientes com déficits articulatorios são frequentemente acompanhados de déficits motores orais (BALLARD *et al.*, 2000; ROBIN *et al.*, 2008).

Por outro lado, as regiões temporais superiores mostram forte seletividade para articulação em relação aos movimentos não verbais, sugerindo que essas regiões desempenham um papel específico no planejamento fonológico e produção da fala (HICKOK, 2009). Além disso, as porções sensíveis à articulação do giro frontal posterior inferior mostram alguma seletividade para a articulação, concordando com a hipótese de que esta região prepara um código articulatório que é passado para o córtex pré-motor. Tomados em conjunto, esses resultados desenham a arquitetura do sistema de articulação humana (HICKOK, 2009).

Em casos de lesão cerebral, devido à complexidade do sistema de articulação humana, as áreas cerebrais afetadas causam prejuízos motores e, conseqüentemente, os danos manifestam-se através da redução da inteligibilidade da fala (BARRETO e ORTIZ, 2008). Devido a isso, a redução da inteligibilidade da fala é um importante objeto de investigação e intervenção fonoaudiológica (KENT, 1989; SITTLER e SCHIAVETTI, 1983).

A inteligibilidade da fala é uma variável importante na comunicação oral, podendo ser definida como o grau com o qual a mensagem do falante pode ser

decodificada pelo ouvinte, sendo um atributo tanto do falante, quanto do ouvinte (KENT, 1989; HUSTAD, 2006a; HUSTAD, 2007). Existem diferentes métodos para a mensuração da inteligibilidade de fala, mas não há um consenso de como deva ser avaliada (BARRETO e ORTIZ, 2008; KENT, 1989) e quais são os efeitos que algumas variáveis geram na avaliação da inteligibilidade de fala, como a tarefa empregada na coleta das amostras de fala (KEMPLER e VAN LANCKER, 2002), o tipo de estímulo utilizado (HUSTAD, 2007, SITTLER e SCHIAVETTI, 1983, TIKOFSKY e TIKOFSKY, 1964; BAIN, FERGUSON e MATHISEN, 2005), o modo de apresentação das amostras de fala (MONSEN, 1983; GARCIA e CANNITO, 1996; HUBBARD e KUSHNER, 1980; GARCIA *et al.*, 2004; HUSTAD, 2006a), o tipo de resposta requerida para a identificação dos estímulos (YORKSTON e BEUKELMAN, 1978; PRINS e PLOOMER, 1968), o tipo de análise da transcrição (HUSTAD, 2006b), etc. Sendo assim, a interpretação dos escores obtidos deve considerar os efeitos dessas variáveis na avaliação da fala, evitando generalizações inadequadas dos resultados em relação às situações reais de comunicação (BARRETO e ORTIZ, 2008).

Para tornar a avaliação da fala ainda mais fidedigna, torna-se necessário caracterizar todos os níveis envolvidos nesse processo, os quais são responsáveis pela produção dos sons: ressonância, articulação, fonação, respiração e prosódia (ORTIZ, 2006). Alterações em quaisquer dessas bases motoras podem comprometer a inteligibilidade de fala, caracterizando desvios ou distúrbios fonéticos, disfonias, disartrias ou apraxias de fala.

Em relação à respiração, através de medidas quantitativas pode-se indicar a adequação ou inadequação do suporte respiratório para a fala (MURDOCH, 2005). A avaliação de pacientes com a inadequação da base respiratória é dada pela observação da amplitude do movimento e da regularidade dos ciclos respiratórios, caracterizando uma incoordenação pneumofonoarticulatória (SELLARS, HUGHES e LANGHORNE, 2005). Por meio da avaliação do padrão respiratório, são obtidas informações a respeito do momento da emissão em relação a fase expiratória, o número de pausas inspiratórias, o uso de ar de reserva, entre outros. Além disso, é possível obter dados a respeito da eficiência glótica, por meio do teste de tempo máximo de fonação (TMF) (RIBEIRO e ORTIZ, 2009; STEFFEN *et al.*, 2004).

Uma das alterações mais perceptíveis pelo ouvinte dá-se pela voz. O nível fonatório requer um controle motor extremamente preciso e, portanto, qualquer

fraqueza, lentidão ou incoordenação da musculatura laríngea manifesta-se através da voz (RIBEIRO e ORTIZ, 2009; CARRILLO e ORTIZ, 2007; DULLI e SAMANIEGO, 2007). Por meio da avaliação, pode-se perceber desvios de fala como alteração de *pitch* e *loudnes*, frequência, intensidade, ritmo, velocidade, qualidade vocal, etc.

A prosódia representa uma interação complexa de vários processos de produção de fala (RIBEIRO e ORTIZ, 2009; WANG *et al.*, 2005a). As anormalidades prosódicas manifestam-se através da proporção de pausas entre palavras ou frases, pausas impróprias para a respiração, inspiração longa e variável, inadequação de marcação da sílaba tônica ou do término da frase, alterações na velocidade de fala, etc. (RIBEIRO e ORTIZ, 2009; WANG *et al.*, 2005a; WANG *et al.*, 2005b; OLIVEIRA, ORTIZ e VIEIRA, 2004).

Quanto à função velofaríngea, as alterações de ressonância mais comuns refletem os distúrbios fisiopatológicos conhecidos de lentidão, fraqueza, incoordenação e tônus anormal do mecanismo velofaríngeo (LEE, CIOCCA e WHITEHILL, 2003). As alterações discretas de ressonância são verificadas através de avaliações perceptivas, porém, tais avaliações não fornecem todos os dados necessários para o estudo das alterações, pois não avaliam com exatidão a resistência ao fluxo aéreo nasal, imprecisão articulatória e distúrbios de outros mecanismos de produção de fala que possam causar as disfunções (RIBEIRO e ORTIZ, 2009).

No nível articulatório, há uma complexidade na interação entre lábios, língua, mandíbula e palato mole. Por meio de avaliações perceptivas, o fonoaudiólogo pode obter dados a respeito de anormalidades fonatórias, prosódicas e, principalmente, articulatórias (DARLEY, ARONSON e BROWN, 1969; CARRILLO e ORTIZ, 2007).

As avaliações articulatórias devem observar o comportamento dos movimentos labiais, mandibulares e linguais. Entretanto, a avaliação perceptiva não consegue descrever completamente os movimentos linguais, permanecendo oculto o conhecimento sobre o padrão articulatório na produção da fala. Desta forma, as medidas quantitativas servem para documentar o nível funcional ou a adequação da comunicação, observando detalhes que até então mostravam-se desconhecidos (RIBEIRO e ORTIZ, 2009).

Compreendendo que todas as bases motoras para a produção da fala deveriam ser investigadas, os instrumentos de avaliação fonológica precisaram

acompanhar essa obrigação. Em meados do século passado, tecnologias computacionais começaram a ser utilizadas na área da saúde, proporcionando avanços consideráveis em todos os âmbitos.

Essas tecnologias foram aderidas à área da Fonologia para dar conta das análises minuciosas de fala. Surgiram teorizações a respeito de modelos dinâmicos de produção da fala, as quais proporcionaram através do uso de oscilógrafos, espectrógrafos, eletromiógrafos e palatômetros, por exemplo, uma análise acústica e articulatória da fala (SILVA, 2002).

A autora (*op cit.*) refere-se à Fonética Experimental como a primeira teoria a possibilitar avanços na área da Fonologia. Desde então, pesquisas passaram a estudar a produção da fala utilizando métodos mais precisos, explorando avaliações instrumentais e observando fatos fônicos, os quais antes não eram considerados.

1.1.1.2. Modelos dinâmicos de produção da fala

As análises ultrassonográficas de língua apoiam-se em modelos dinâmicos de produção da fala, como a Fonologia Articulatória (FAR) (BROWMAN e GOLDSTEIN, 1986, 1989, 1990, 1992), ou Fonologia Gestual¹ (ALBANO, 2012) e a Fonologia acústico-articulatória (FAAR) (ALBANO, 2001) para caracterizar os movimentos de língua envolvidos na articulação. De acordo com Browman e Goldstein (1992, p. 23, traduzido), o principal expoente nesses estudos são os gestos articulatórios, vistos como “caracterizações de eventos discretos, fisicamente reais, que se desenvolvem durante o processo de produção da fala [...], unidades básicas de contraste entre itens lexicais, bem como unidades de ação articulatória”. A partir do contraste entre itens lexicais e articulatórios, torna-se imprescindível questionar a dissociação entre Fonética e Fonologia.

Ao inserir os fones de uma língua num contexto fonético, perde-se a relação entre fatos fônicos e níveis prosódicos, considerando que a Fonética abrange unicamente níveis mecânicos da fala. Contudo, inserir os fones exclusivamente num contexto fonológico impede a captação da natureza gradiente dos processos fônicos, entendendo que a Fonologia tem por primitivo de análise, unidades categóricas, ou seja, os gestos articulatórios (SILVA, 2002).

¹ Neste estudo utilizaremos o termo Fonologia Gestual ao invés do termo Fonologia Articulatória, para evitar uma ligação mnemônica com a Fonética Articulatória.

Os modelos fonológicos dinâmicos surgiram no momento em que os tradicionais passaram a não conseguir representar a diferença entre articuladores de ponto articulatorio idêntico, como /m/, /p/ e /b/. Essa diferença consiste na coordenação entre movimentos de lábio e véu (Browman e Goldstein, 1986).

À luz dos modelos dinâmicos de produção da fala, a presente pesquisa busca caracterizar os gestos articulatorios dos segmentos consonantais do PB com base nas pautas gestuais da FonGest e FAAR (Figura 1). A partir da FAAR assume-se que um segmento pode ser composto por mais de um gesto articulatorio, incorporando informações acústicas ao gesto. Por outro lado, na FonGest assume-se que tais gestos podem ser ou não do mesmo subsistema linguístico.

Figura 1. Pautas gestuais para versões fricativas sonoras e vibrantes do rótico, incorporando-se a ação dos gestos da região glotal.

Região coronal Grau de constrição Local de constrição	Região coronal Grau de constrição Local de constrição	Região coronal Grau de constrição Local de constrição	fech
Região dorsal Grau de constrição Local de constrição	Região dorsal Grau de constrição Local de constrição	Região dorsal Grau de constrição Local de constrição	
Região faríngea Grau de constrição Local de constrição	Região faríngea Grau de constrição Local de constrição	Região faríngea Grau de constrição Local de constrição	
Região glotal Grau de constrição Local de constrição	Região glotal Grau de constrição Local de constrição	Região glotal Grau de constrição Local de constrição	
ab. máxima interariten.	ab. máxima interariten.	ab. máxima interariten.	fechado glote
fricativa velar sonora	fricativa glotal sonora		<i>tap</i>

Fonte: Silva AHP (2002)

Os gestos articulatorios, os primitivos de contraste fonológico, podem contrastar-se em sua composição gestual, como a ausência de um dado gesto ou diferenças de parâmetros entre os gestos (grau e local de constrição). A coordenação entre os gestos que determinam os sons da fala é representada pela pauta gestual (COSTA, 2012). As pautas gestuais traduzem diretamente o dinâmico no simbólico, bem como preveem os estados intermediários entre os fonemas, como

a duração dos gestos tanto na ponta, como no corpo e na raiz da língua, e a magnitude do gesto de língua (BROWMAN e GOLDSTEIN, 1992).

1.1.2. AVALIAÇÕES INSTRUMENTAIS DA FALA

Diante dos avanços das tecnologias disponíveis para promover um maior conhecimento sobre os níveis de produção de fala que comprometem a sua inteligibilidade, surgiram avaliações instrumentais quantitativas², como a nasometria, para obter medidas de nasalância, e a USG, com caráter qualitativo associado ao quantitativo, para avaliar os gestos de língua. A seguir ambos os instrumentos serão mais bem descritos.

1.1.2.1. Nasometria

A avaliação nasométrica apoia-se na recomendação da *American Cleft Palate Association* (DALSTON *et al.* 1988) e é considerada um método indireto de avaliação (FUKUSHIRO, 2011). Desenvolvida por Fletcher (1970), a nasometria mensura a energia acústica nasal durante a fala. Através da sua relação com a energia acústica total da fala, permite obter dados de nasalância, onde valores mais altos para segmentos orais relacionam-se com o julgamento perceptivo de hipernasalidade, e valores mais baixos para segmentos nasais, com o julgamento perceptivo de hiponasalidade (FLETCHER *et al.*, 1989; DALSTON *et al.*, 1992).

A necessidade de avaliar quantitativamente a nasalidade de pacientes surgiu em decorrência da incidência de alteração de ressonância na cavidade nasal, ou seja, os casos de incompetência e insuficiência velofaríngea, em algumas crianças e adultos. Nos casos onde procedimentos cirúrgicos são indicados para restabelecer a função velofaríngea do paciente, não havia um instrumento capaz de aferir precisamente a evolução do paciente e compará-lo antes e após a cirurgia (FUKUSHIRO, 2007).

As avaliações da função velofaríngea eram realizadas tradicional e unicamente por meio da análise perceptivo-auditiva. Embora a literatura concorde em dizer que a análise perceptivo-auditivo é o padrão-ouro para a identificação de

² Nota-se neste estudo que se preferiu empregar o termo “quantitativo” ao termo “objetivo”. Por mais que tais avaliações instrumentais tenham um olhar objetivo devido à apresentação dos resultados através de valores numéricos, o responsável por interpretar tais resultados será o clínico. Soma-se a isso a capacidade de julgamento do avaliador e seu conhecimento prévio sobre as estruturas examinadas, caracterizando as avaliações, de certa forma, como subjetivas também.

alterações, autores propuseram que existem outros meios mais seguros e precisos para verificar o nível de ressonância na fala (PEGORARO-KROOK *et al.*, 2014). Desse modo, para avaliar quantitativamente e analisar resultados complementares, é necessário comprovar as impressões clínicas através da avaliação instrumental, utilizando a nasometria (FUKUSHIRO, 2007).

O equipamento de preferência para realizar a análise da nasalância é o nasômetro, cuja função é oferecer medidas de nasalidade na fala sem envolver risco ao paciente. Reitera-se que o uso combinado entre nasometria e análise perceptivo-auditiva permite ao clínico um diagnóstico mais acurado e melhores procedimentos terapêuticos.

O nasômetro (Figura 2) possibilita a observação da nasalância através de um simples sistema, composto por uma placa defletora que separa a cavidade nasal da cavidade oral. A essa placa são posicionados dois microfones, um superior, para captar a energia nasal, e um inferior, para captar a energia oral. Desta forma, é possível obter a razão numérica entre energia nasal e oral e identificar alterações no nível de ressonância.

Figura 2. Instrumentação para determinação da nasalância.



Headset com placa defletora, separando as cavidades nasal e oral, com dois microfones acoplados



Equipamento Nasômetro II, modelo 6450, onde o *headset* é acoplado



Software responsável pela análise das medidas de nasalância

Fonte: própria

É importante salientar que a nasalância só deve ser avaliada mediante reprodução de textos específicos para avaliação instrumental, que podem ser frases, palavras ou sílabas, a fim de que se possa obter dados correspondentes aos julgamentos de hipernasalidade, por meio de textos orais, e hiponasalidade, por meio de textos nasais (MARINO *et al.*, 2016).

A avaliação nasométrica permite ao clínico observar valores de nasalância obtidos através de porcentagem, onde 0% é adotado como ausência de nasalância, e 100% é adotado como nasalância total (FUKUSHIRO, 2007). Trindade *et al.* (2003) definiu para textos orais, como indicativo de normalidade, o limite de 27%.

1.1.2.2. Ultrassonografia

A avaliação ultrassonográfica (USG) baseia-se na transmissão e recepção de um sinal de alta frequência, através da transformação de energia elétrica em energia mecânica ou acústica, por meio de cristais piezoelétricos. As imagens ultrassonográficas são formadas através das ondas de alta frequência enviadas e refletidas pelos cristais piezoelétricos através da sonda transdutora (BARBERENA, 2016). As ondas enviadas pelo transdutor quando encontram o ar na cavidade oral, logo acima da superfície de língua, retornam ao transdutor e, a partir disso a reflexão da onda transforma-se em uma imagem dinâmica da forma e pontos da língua (BERNHARDT *et al.*, 2008; BARBERENA, 2016).

O ultrassom é como uma onda mecânica com vibração de frequência superior a 20kHz, ou seja, inaudível para os humanos, porém, para realizar o exame ultrassonográfico, as frequências utilizadas variam entre 2 e 18MHz (MASSELI, WU e PINHEDO, 2013). O objetivo do exame é formar uma imagem da estrutura analisada a partir de sons (ecos) que retornam dos tecidos ao transdutor após cada pulso. A USG é o equipamento que mais oferece vantagens para a avaliação de fala, devido à portabilidade do equipamento, a ausência de riscos ao paciente e por ser não invasivo. Entretanto, o custo para realizar a USG de língua ainda é alto, pois o clínico precisa dispor do aparelho, de espaço físico com isolamento acústico, *software* para sincronizar os dados obtidos, além de equipamentos de suporte, como estabilizador de cabeça para posicionar a sonda do ultrassom e o microfone direcional para captar o áudio da fala.

Apesar disso, na área da Fonoaudiologia, a USG tornou-se um recurso muito utilizado nas áreas de motricidade orofacial, voz e fala, a fim de monitorar a movimentação da língua durante a articulação, servindo tanto para a avaliação, quanto terapia na área da fala (WIETHAN *et al.*, 2015). O nível de articulação é, talvez, um dos níveis mais difíceis de ser analisado e interpretado, vez que, perceptivamente, os movimentos da língua não são totalmente observáveis. Desta

forma, o uso da USG é de grande valia, pois esta é capaz de examinar os complexos padrões do movimento da língua durante a fala (gesto articulatório) (BARBERENA *et al.*, 2014).

Embora a USG permita a visualização do gesto articulatório em diferentes momentos de constrição, por meio dos *frames*, bem como a obtenção de valores numéricos para a representação do contorno de língua, tais resultados são gerados conforme o traçado elaborado pelo próprio examinador ao determinar o contorno da língua. Desta forma, é imprescindível que o clínico tenha experiência para realizar corretamente os contornos de língua e, sem dúvidas, interpretar as informações dos gestos articulatórios.

É indiscutível que a USG não substitui a avaliação perceptiva devido ao fato de que somente possibilita o acesso ao movimento de língua, e não de outras estruturas, como lábios e véu palatino, por exemplo. Porém, mesmo assim, oferece inúmeras vantagens, tais como a visualização do movimento da língua por períodos longos, observando as produções consonantais, sem causar dano ao paciente (BAKEN, 1987; STONE, 1991; MURDOCH, 2005).

Além do mais, os modelos dinâmicos de produção da fala permitem uma melhor interpretação dos achados ultrassonográficos, entendendo que podem haver para um mesmo segmento gestos múltiplos de língua, tanto de ponta como de corpo ou raiz, pertencentes ou não ao mesmo sistema, divergentes ou convergentes.

Complementando a análise acústica, a USG proporciona informações mais fidedignas a respeito dos processos envolvidos na produção da fala. Além disso, permite obter informações sobre os parâmetros fonético-acústicos que estão sendo empregados na fala (BERTI e MARINO, 2008; BARBERENA, KESKE-SOARES e BERTI, 2014).

O uso do ultrassom na observação do padrão de articulação em adultos falantes típicos é muito importante, afinal, fornece informações que permitem comparar o padrão normal do desviante (WERTZNER, FRANCISCO e PAGAN-NEVES, 2013). Barberena *et al.* (2014) realizaram uma revisão narrativa a respeito do uso da ultrassonografia na Fonoaudiologia, concluindo que essa técnica pode ser utilizada para diversos fins, como: terapia de fala, movimentos de língua, gestos articulatórios, estratégias compensatórias e movimentos encobertos, bem como a proposição de medidas articulatórias (BERNHARDT *et al.*, 2008; MODHA *et al.*, 2008; BACSFALVI e BERNHARDT, 2011; RASTADMEHR *et al.*, 2008;

BRESSMANN *et al.*, 2010; CAMPBELL *et al.*, 2010; BRESSMANN *et al.*, 2011; ZHARKOVA, 2013).

Neste sentido, é essencial caracterizar a fala típica para verificar a existência desses gestos articulatórios, que podem ser únicos ou simultâneos na produção dos fonemas do PB, permitindo a ampliação do conhecimento a respeito da complexidade de aquisição de cada segmento.

1.2. PROPOSIÇÃO

Este estudo propõe-se a caracterizar a produção da fala no nível de função velofaríngea e articulatória para as consoantes do Português Brasileiro (PB), em adultos falantes típicos da cidade de Santa Maria/RS.

Objetivos específicos

1. Estimar valores de nasalância na produção de consoantes do PB por meio da nasometria.
2. Descrever os gestos de língua dos segmentos consonantais do Português Brasileiro em adultos falantes típicos por meio da ultrassonografia.
3. Analisar os contornos médios de língua na produção dos segmentos consonantais do Português Brasileiro em adultos falantes típicos.

1.3. MATERIAIS E MÉTODOS

1.3.1. ASPECTOS ÉTICOS

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (CEP/UFSM) (ANEXO A), sob nº 1.316.911. O estudo apenas foi realizado mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE A), onde os participantes concordaram com sua participação, tendo ciência de seus riscos, benefícios e do objetivo desta pesquisa. Este estudo foi realizado conforme as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, no que determina o Conselho Nacional de Saúde em sua resolução 466/12 e 510/16.

Os pesquisadores do presente projeto se comprometeram a preservar a confidencialidade dos dados de identificação dos participantes desta pesquisa. As

informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão preservadas no Centro de Estudos em Linguagem e Fala - CELF/UFSM, por um período indeterminado, em forma digital e impressa, sob a responsabilidade da Prof^a Dr^a Karina Carlesso Pagliarin, para utilização em futuras pesquisas. Os participantes foram avaliados no CELF/UFSM e no Setor de Atendimento Fonoaudiológico - SAF/UFSM, conforme autorização institucional.

Quanto à seleção e avaliação dos participantes, não houve discriminação ou exposição dos mesmos a riscos desnecessários. Os participantes não foram expostos a riscos químicos ou físicos que comprometessem sua saúde, mas estiveram sujeitos à fadiga e ao desconforto, tendo em vista a exposição a exames repetitivos, considerando o tempo e a adaptação de aparelhagem para a realização das avaliações. Os participantes não tiveram despesas para participar da pesquisa e puderam desistir da avaliação a qualquer momento sem que isso lhes trouxesse qualquer prejuízo.

Em relação aos benefícios, todos os participantes foram informados do objetivo do presente estudo e das vantagens que a sua participação promoverá para a saúde, bem-estar e qualidade de vida aos pacientes com prejuízos na comunicação oral, além da possibilidade de identificar distúrbios na comunicação e receber encaminhamentos especializados necessários.

1.3.2. DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de uma pesquisa descritiva prospectiva, transversal, observacional, quase experimental, onde os participantes analisados submeteram-se a avaliações fonoaudiológicas instrumentais quantitativas e qualitativas. O estudo propôs-se a descrever dois níveis envolvidos na produção da fala: função articulatória e velofaríngea em adultos falantes típicos da região central do Rio Grande do Sul.

1.3.3. PARTICIPANTES

Os participantes que compuseram esta pesquisa constituíram adultos, de ambos os sexos, falantes típicos do PB, os quais foram submetidos a avaliações fonoaudiológicas iniciais, para averiguar os aspectos de fala, voz, motricidade orofacial e audição; e a duas avaliações instrumentais: nasometria e ultrassonografia de língua.

Para participarem das avaliações instrumentais, os adultos participantes deveriam estar de acordo com os seguintes critérios estabelecidos, como ter nascido e/ou sido criado em Santa Maria/RS, possuir idade entre 19:00 e 44:11³, ter todas as avaliações fonoaudiológicas dentro dos padrões de normalidade (adequadas linguagem compreensiva e expressiva oral, estruturas e funções orofaciais, voz, tipo e modo respiratórios, e limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade), ter laudo otorrinolaringológico normal e, por fim, apresentar na triagem nasométrica, nasalância inferior a 27%⁴;

Os critérios de exclusão utilizados foram queixas quanto à fala, voz e/ou audição, alterações de linguagem, terapia fonoaudiológica prévia, tivessem histórico de alterações fonoaudiológicas, apresentassem quadros alérgicos, utilizassem prótese dentária ou aparelho dentário fixo ou móvel, fossem usuários de medicamentos controlados, álcool, tabaco e/ou drogas ilícitas, ou fatores neurológicos e/ou psiquiátricos. Ainda, não foram selecionados para a pesquisa, adultos portadores de mobilidade reduzida, dentre os quais aqueles que utilizassem cadeira de rodas, por não ser possível a realização da avaliação na cabine acusticamente tratada em usuários de cadeira de rodas.

1.3.4. PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS

A pesquisa constituiu-se por avaliações fonoaudiológicas iniciais para seleção do grupo de estudo, e avaliações instrumentais para coleta de dados, em adultos falantes típicos do PB da cidade de Santa Maria/RS. Tais avaliações serão melhor descritas a seguir.

Avaliações fonoaudiológicas iniciais

Para verificar se os participantes correspondiam aos critérios estabelecidos, a triagem fonoaudiológica foi realizada abrangendo avaliação de linguagem, audiológica, de motricidade orofacial e vocal.

³ Adultos segundo Descritores em Ciências da Saúde

⁴ Em estudo anterior (Trindade *et al.* 2003) este valor foi definido como limite de normalidade, ou seja, deve-se interpretar como indicador de nasalidade qualquer valor inferior a 27%.

- 1) Avaliação de linguagem expressiva e compreensiva oral: foi feita através do registro da fala espontânea, onde foi observada fluência, articulação, prosódia e compreensão de fala;
- 2) Avaliação audiológica: a triagem auditiva foi realizada por meio de varredura dos tons puros nas frequências de 500Hz a 6kHz, em 25dB, somente por via aérea.
- 3) Avaliação miofuncional orofacial: foi utilizada a Avaliação Miofuncional Orofacial com Escores (AMIOFE) (FELÍCIO e FERREIRA, 2008) que consiste em:
 - a) registro da história clínica do paciente para verificar possíveis queixas, antecedentes familiares, intercorrências, dificuldades motoras, problemas de saúde, dificuldade respiratória, tratamentos realizados e aspectos relacionados à alimentação;
 - b) funções orais, como mastigação, deglutição, hábitos orais e comunicação (fala, audição, voz e escolaridade);
 - c) exame miofuncional orofacial, para analisar postura de cabeça e de ombros, medidas da face, movimento mandibular e oclusão, análise facial, exame intra-oral, estruturas, mobilidade, tonicidade e sensibilidade à palpação.
- 4) Avaliação da qualidade vocal: a mensuração da adequação da voz foi feita através do protocolo Consenso da Avaliação Perceptivo-Auditiva da Voz (CAPE-V) (ASHA, 2003) (ANEXO C), assim como a avaliação vocal deu-se pela gravação da fala do paciente e posterior análise perceptivoauditiva, considerando dados sobre *pitch*, *loudness*, respiração, velocidade de fala e coordenação pneumofonoarticulatória.

Avaliações fonoaudiológicas instrumentais

Após as avaliações fonoaudiológicas iniciais e contemplação dos pré-requisitos para seleção, os participantes foram submetidos às sessões de avaliações instrumentais (nasometria e ultrassonografia dos movimentos de língua), devendo reproduzir uma lista de palavras.

Em ambas as avaliações, os dados de fala dos pacientes foram salvos nos próprios softwares dos instrumentos para posterior conferência. A utilização de um protocolo específico com alvos pré-determinados auxiliou as pesquisadoras a interpretar e pontuarem os resultados obtidos.

Seleção dos estímulos de fala

Foi elaborado um protocolo específico para análise da produção da fala a partir de avaliações instrumentais - Protocolo de Avaliação Instrumental de Fala (PRAIN)F (APÊNDICE B), contendo um *corpus* de 19 palavras, cada uma contendo uma consoante-alvo do PB.

As palavras contidas no PRAIN)F apresentam os seguintes critérios linguísticos: segmento em posição inicial da sílaba dentro da palavra, tendo o som alvo a vogal /a/ como precedente e seguinte, em palavras trissílabas e paroxítonas, conforme indicado em estudo anterior (BERTI, PAGLIUSO e LACAVA, 2009). Considerando que a forma mais fidedigna de obtenção das amostras de fala é a nomeação espontânea, foram apresentadas figuras na tela do computador para que o adulto falasse espontaneamente a palavra-alvo durante a avaliação. Caso o adulto não reconhecesse a figura, a grafia da palavra-alvo seria apresentada uma única vez abaixo da figura, apenas para recordação do alvo. Solicitou-se, de cada sujeito, cinco repetições de cada palavra inserida em frase veículo “fale [palavra-alvo] de novo”.

Devido à ausência de um protocolo específico para análise da produção da fala a partir de avaliações instrumentais quantitativas para adultos, a primeira etapa deste projeto foi suprimir esta lacuna no PB. Objetivou-se elaborar e disponibilizar um protocolo para avaliação instrumental quantitativa da fala de adultos com base em critérios linguísticos e psicométricos, contemplando todos os fonemas consonantais do Português Brasileiro (PB), e servindo como um protocolo para o levantamento de dados empíricos para posterior análise instrumental.

A pesquisa inicial das palavras deu-se através do Vocabulário Ortográfico Português (VOP), integrado ao Portal da Língua Portuguesa, composto por cerca de 318000 verbetes, baseado no Vocabulário da Língua Portuguesa (GONÇALVES, 1966). As palavras foram selecionadas considerando os seguintes critérios linguísticos: fonema-alvo na posição de Onset Medial, entre a vogal [a], em palavras trissílabas e paroxítonas, conforme indicado em estudo anterior (BERTI, PAGLIUSO e LACAVA, 2009), a fim de garantir uma padronização para as análises comparativas posteriores.

Em relação ao contexto fonético-fonológico destas palavras, o contexto vocálico e o contexto consonantal em que o fonema está inserido, bem como, os

segmentos consonantais adjacentes também foram considerados, na medida em que coarticulações antecipatórias estão presentes na produção da fala (MARINO *et al.*, 2013; BERTI, PAGLIUSO e LACAVA, 2009).

Optou-se por escolher palavras trissílabas em virtude da facilidade em encontrar vocábulos com consoante em OM, entre a vogal [a], em paroxítonas (BERTI, PAGLIUSO e LACAVA, 2009; ARAÚJO *et al.* 2007).

Ademais, a posição dos fonemas em OM foi escolhida devido a não ocorrência do fonema /r/ em Onset Inicial no PB. Tendo em vista a aplicação do protocolo em diversas avaliações instrumentais, incluindo a ultrassonografia de fala, escolheu-se analisar o fonema em sílaba tônica, pois a amplitude do movimento da língua nesse contexto é maior e, por isso, fornece uma imagem ultrassonográfica melhor (BARBERENA *et al.*, 2014).

A não ocorrência de duas consoantes iguais na mesma palavra, sendo uma a consoante-alvo, serve para evitar efeitos de coarticulação. À luz da Fonologia Autossegmental, o efeito de coarticulação existe pela interação consoante- consoante, a qual gera consoantes em sequência que passam a compartilhar o mesmo ponto de articulação. A interação consoante-consoante pode ser evidenciada, por exemplo, ao verificar que consoantes palatais favorecem a palatalização de plosivas coronais (MATZENUER, 2001).

A autora (*op cit.*) esclarece que esse modelo teórico é representado pela interligação de estruturas melódicas, em decorrência do princípio conhecido como OCP (Obligatory Contour Principle/Princípio do Contorno Obrigatório), que proíbe elementos adjacentes iguais, causando ou o desligamento de um desses elementos ou o reconhecimento de sua unidade pela interligação dos elementos idênticos.

Além de considerar o efeito de coarticulação da interação consoante-consoante pela Fonologia Autossegmental, outra teoria também explica que a interação consoante-vocal obedece aos princípios gerais da dinâmica e, conseqüentemente, sua produção é mais estável (ZIMMER e MADRUGA, 2011; ALBANO, 2009). Isso justifica a inserção dos fonemas-alvo em contextos de Onset simples. Após a aplicação desses critérios, a escolha das palavras levou em consideração fatores como a familiaridade com o vocabulário e a extensão da palavra, que favorecem a inteligibilidade de fala por conta da habilidade de fechamento auditivo (JACOB, ALVARENGA e ZEIGELBOIM, 2000). Desta forma, a avaliação da fala restringiu-se

apenas aos seus componentes acústicos. Excluíram-se vocábulos que pudessem ter conotação pejorativa ou ofensiva.

Para possibilitar a coleta de amostra de fala através da nomeação espontânea, selecionaram-se figuras para serem apresentadas na tela do computador. Dessa forma, os adultos falaram espontaneamente a palavra-alvo durante as avaliações instrumentais quantitativas, eliminando o viés da repetição (estímulo auditivo) e da leitura (palavra escrita). Durante a gravação dos estímulos-alvo, os adultos deveriam estar atentos às figuras para então falarem a frase-veículo “Fale [palavra-alvo] de novo”.

A ordem dada para os adultos foi: “Você deverá reproduzir uma lista de 19 palavras, a qual será repetida cinco vezes. Cada uma das 19 palavras é representada por uma figura que você verá na tela do computador. Para cada figura apresentada, repita ‘Fale [o nome da figura] de novo’. Por exemplo, se você visualizar um sapato, diga ‘Fale sapato de novo’. As 19 palavras serão apresentadas aleatoriamente, e depois repetidas mais quatro vezes”.

Para facilitar a produção espontânea das palavras, as figuras escolhidas levaram em consideração três fatores: correspondência da figura com a imageabilidade da palavra, ou seja, a imagem mental criada pelo falante para cada palavra/conceito (CUETOS e ALIJA, 2003); a clareza da figura, de forma que a figura seja autoexplicativa e a palavra-alvo esteja em evidência; por fim, a familiarização das figuras com a cultura brasileira, a fim de facilitar a denominação consensual entre os falantes (ISHIGAKI *et. al*, 2013).

Para verificar a validade de conteúdo das palavras e figuras selecionadas, participaram desta etapa treze juízas não especialistas e seis juízas especialistas. Após o resultado das análises das juízas não especialistas e das juízas especialistas, elaborou-se finalmente a lista de palavras com as respectivas figuras para nomeação espontânea.

Após a conclusão da elaboração do PRAIN, os participantes foram submetidos às avaliações fonoaudiológicas iniciais a fim de contemplar os critérios de inclusão e observar perceptivamente os aspectos articulatórios e de nasalidade. Todos os participantes selecionados para a pesquisa foram avaliados por meio da nasometria e USG, utilizando o PRAIN como instrumento de reprodução dos estímulos-alvo.

Gravação das avaliações

Em todos os pacientes as avaliações precisaram de, pelo menos, dois dias: o primeiro para avaliação fonoaudiológica inicial e nasometria, e outra para avaliação ultrassonográfica. Na maioria dos casos a avaliação ultrassonográfica não apresentou intercorrências, porém, houve momentos em que a sonda não estava bem ajustada ou o software apresentou problemas. Desta forma, a ultrassonografia teve de ser repetida em outro dia.

Ambas as avaliações instrumentais foram realizadas em uma cabine acústica, respeitando as particularidades de cada uma.

I. Nasometria: esse exame foi utilizado para analisar as características de nasalância envolvidas no mecanismo de produção da fala, através do Nasômetro II, modelo 6450, da marca KayPENTAX (Fotografia 1).

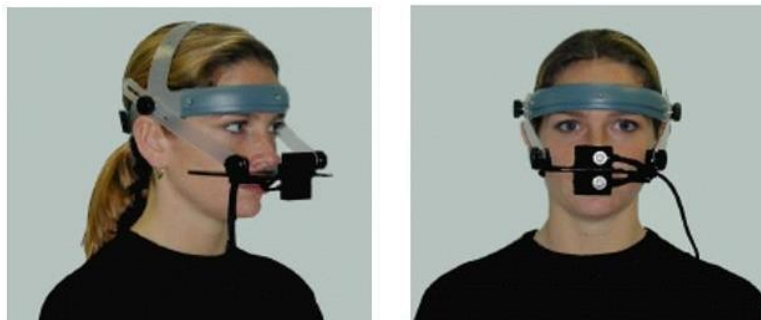
Fotografia 1. Nasômetro (Kay Elemetrics Corporation) com *headset*



Fonte: KayPentax. Installation, operations and maintenance manual: Nasometer II, Model 6450. Lincoln Park, NJ: KayPENTAX.

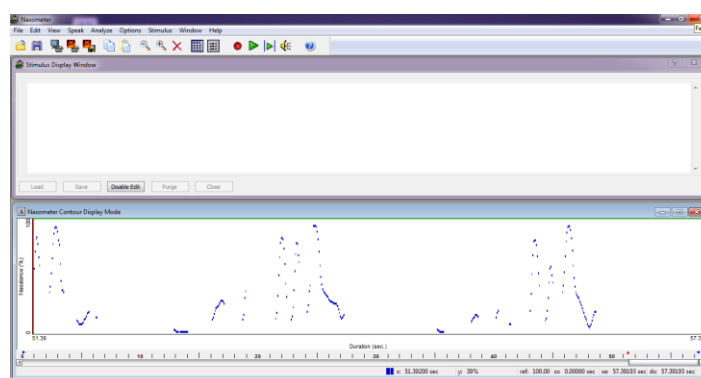
Para a avaliação, o paciente utilizou um *headset* (Fotografia 2) com uma placa defletora separando a cavidade oral da cavidade nasal, e dois microfones para captarem a energia acústica durante a reprodução da lista de palavras da avaliação. Como índice de normalidade, foram considerados valores inferiores a 27% obtidos através do *software* (Figura 3).

Fotografia 2. Posicionamento do voluntário durante a realização da nasometria



Fonte: KayPentax. Installation, operations and maintenance manual: Nasometer II, Model 6450. Lincoln Park, NJ: KayPENTAX.

Figura 3. Captura de tela do *software Nasometer II*



Fonte: própria

Para a realização desta avaliação, o paciente reproduziu a lista de palavras do PRAINF, realizando cinco repetições.

II. Ultrassonografia: esse exame foi realizado a fim de analisar os gestos articulatórios de língua presentes na produção dos fonemas do PB. Foi utilizado para captação de imagem o ultrassom portátil, modelo DP 6600 (Fotografia 3), além de microfone unidirecional para captação de áudio.

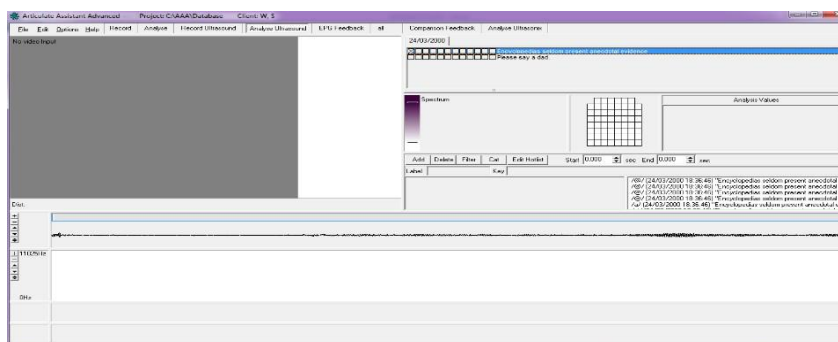
Fotografia 3. Ultrassom portátil, modelo DP 6600, marca Mindray



Fonte: <http://catalogohospitalar.com.br/ultrassom-portatil-dp-6600.html>

O software *Articulate Assistant Advanced* (AAA) (Figura 4) foi utilizado para capturar, sincronizar os sinais de áudio e vídeo e analisar as imagens obtidas pela USG. As imagens foram selecionadas considerando o plano sagital, Modo B.

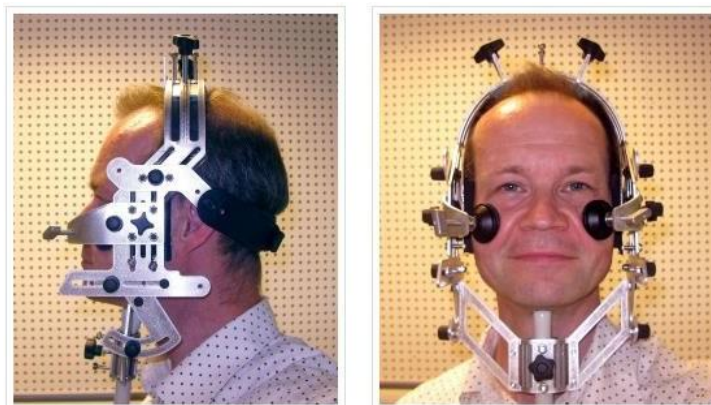
Figura 4. Captura de tela do software *Articulate Assistant Advanced* (AAA)



Fonte: própria

Para posicionar corretamente a sonda na região submandibular e estabilizá-la, o participante utilizou o estabilizador de cabeça (Fotografia 4) para o posicionamento da sonda do US, desenvolvido pelo *Articulate Instruments Ltd*.

Fotografia 4. Capacete estabilizador de sonda.



Fonte: <http://www.articulateinstruments.com/ultrasound-imaging/>

As coletas foram realizadas com o participante dentro de uma cabine tratada acusticamente para que não houvesse interferência do ruído externo na captação e gravação dos sinais acústicos da fala. Após o examinador verificar o ajuste do capacete e a posição da sonda, o paciente ingeriu um gole de água (para mensurar a localização da área anterior do palato) e, na sequência, reproduziu a lista de palavras do PRAINP com os sons-alvo, realizando as cinco repetições.

Limitações das avaliações instrumentais

Algumas dificuldades podem ser encontradas no momento das avaliações instrumentais, especialmente ao realizar a ultrassonografia dos movimentos de língua devido a maior complexidade de instrumentação.

Durante a avaliação nasométrica, os indivíduos não relataram dor, desconforto ou fadiga. Entretanto, nos casos em que a placa defletora do *headset* do nasômetro não foi bem fixada, os indivíduos sentiram dificuldade em articular as palavras e solicitaram novo ajuste do *headset*. Nessas situações onde reajustamos a placa defletora ou o *headset* no paciente, devemos reiniciar a avaliação desde a triagem nasométrica para verificar se os parâmetros estão de acordo com o paciente.

Também foi observada dificuldade em realizar o ajuste do *headset* em indivíduos que utilizassem óculos de grau, portanto, recomenda-se que no momento do ajuste do *headset* os indivíduos retirem-nos.

Apesar de não terem sido incluídos nessa pesquisa por não contemplarem os critérios de seleção, realizou-se avaliação nasométrica em dois indivíduos braquiofaciais. O *headset* do nasômetro tem a vantagem de ser ajustável a vários tamanhos de face, inclusive em crianças, contudo, é necessária experiência do avaliador ao ajustar a placa defletora para se assegurar de que o *headset* está adequado, especialmente nesses casos.

A avaliação nasométrica teve de ser realizada numa cabine acusticamente tratada para reduzir ruído externo, otimizar a captura do áudio e também para facilitar a calibração. Em ambientes muito altos ou de muita reverberação, é impossível obter a calibração do aparelho, desta forma, sugere-se que se realize a calibração e avaliação em ambiente acusticamente tratado ou sala silenciosa e com pouca reverberação.

Como ainda não há um modelo de triagem padronizado para avaliação nasométrica que ofereça valores quantitativos correspondentes ao julgamento perceptivo de hiponasalidade, hipernasalidade ou nasalidade adequada, é imprescindível que o clínico realize uma boa avaliação perceptiva no paciente antes de iniciar a nasometria e analisar os escores obtidos.

Em relação à ultrassonografia, dificuldades podem ser encontradas tanto em relação à gravação, quanto à obtenção de imagens e suas análises.

No momento do ajuste do capacete estabilizador de sonda é essencial que o capacete esteja de acordo com as dimensões de crânio e face (especialmente bochechas e mandíbula). O ajuste ideal do capacete além de proporcionar estabilidade da sonda, facilita a colocação da sonda abaixo do osso hióide, proporcionando a completa visualização da língua (da ponta à raiz) e garantindo que as imagens obtidas sejam fidedignas para análises intra sujeitos.

Ao selecionar o software para captura do áudio e imagens, é bastante importante verificar todas as condições de ajustes técnicos tanto para a gravação, quanto para sincronização de áudio e vídeo, e para análise dos contornos médios de

língua. A sincronização é uma etapa essencial para a garantia da correspondência entre a produção acústica e articulatória do segmento analisado, e para isso é preciso sincronizar os dados de todos os pacientes após cada dia de avaliação, demandando certa disponibilidade de tempo do examinador.

Durante a gravação dos estímulos, as únicas limitações encontradas nos adultos foram quanto ao pequeno desconforto causado pelo capacete e à fadiga ao final da gravação. Apesar de não terem sido incluídas crianças neste estudo, sabe-se que nesses casos é mais difícil condicionar o paciente a reproduzir a lista de palavras-alvo e, desta forma, é necessária a presença de dois examinadores, sendo um para acompanhar a criança na cabina acústica e outro para realizar a gravação dos estímulos. Ademais, em crianças pode ser mais difícil encontrar o ponto de ajuste ideal do capacete estabilizador da sonda, por conta das dimensões pequenas de crânio e face em relação à estrutura do capacete.

Sem dúvidas a análise dos contornos médios de língua é a parte onde os clínicos mais se deparam com dificuldades. Embora a USG seja classificada como uma medida quantitativa do gesto articulatório, as análises dos movimentos da língua são puramente qualitativas e, portanto, subjetivas. Há de se ter bastante experiência ao analisar os contornos para evitar que equívocos quanto ao ponto de constrição da língua ou em relação ao traçado do palato e/ou completa superfície da língua.

Por fim, apenas com o uso do software *Articulate Assistant Advanced*, não é possível comparar os contornos médios de língua entre sujeitos diferentes. Sendo assim, faz-se necessário exportar os dados numéricos das *splines* para um banco de dados adequadamente elaborado e, em seguida, enviar os dados para análise estatística em ferramenta de programação. Recomenda-se experiência do estatístico para realizar as análises quantitativas e qualitativas dos dados.

1.3.5. ANÁLISE DE DADOS

No intuito de caracterizar instrumentalmente a produção da fala típica adulta no nível de função velofaríngea, as medidas de nasalância foram obtidas através do percentual de média de nasalância de cada segmento. Os valores numéricos foram separados por parâmetros e tabulados em programa Excel, para posterior análise estatística através do programa SPSS 23.0 para Windows.

Para a caracterização instrumental a nível de função articulatória, realizaram-se análises qualitativas e quantitativas dos movimentos de língua. Para as duas análises, foi observada a imagem dos movimentos de língua e selecionado o ponto de maior constrição.

Realizou-se a análise quantitativa a partir da opção “*edit splines*” oferecida pelo próprio *software*, no ponto de maior constrição do gesto articulatório, seguido da seleção do ultrassom utilizado para a coleta, contorno da superfície de língua (*labe* “tongue”) desde a raiz até a ponta, e exportação desse traçado para o recurso *Workspace*. Após a exportação, foram obtidos 42 pontos numéricos representando a continuidade do traçado em cada segmento. Esses pontos foram separados por parâmetros e tabulados em programa Excel, para posterior análise estatística na ferramenta “R”.

Os resultados estatísticos fornecidos pela ferramenta “R” corresponderam aos valores médios do contorno de superfície de língua, os quais permitiram a comparação dos gestos articulatórios intra e entre todos os sujeitos. Ademais, observaram-se os intervalos de confiança, os quais mostraram a diferença dos locais de constrição da língua na comparação de alguns fonemas entre si. Outras análises foram feitas, tais como análise de variância (ANOVA), verificando a diferença estatística dos movimentos de língua entre consoantes de mesma classe fonêmica.

Para a análise qualitativa, a forma do traçado foi analisada através de pautas gestuais, observando o comportamento (local e grau de constrição) da ponta, corpo e raiz da língua (BARBERENA, 2016).

ARTIGO 1 - Valores de nasalância para segmentos consonantais do Português Brasileiro em adultos falantes típicos

RESUMO

Objetivo: estimar valores de nasalância para fonemas consonantais do Português Brasileiro em adultos falantes típicos. **Métodos:** Participaram deste estudo 33 falantes do Português Brasileiro (16 do gênero feminino e 17 do gênero masculino). Valores de nasalância foram obtidos para um conjunto de 19 palavras, cada uma contendo uma consoante do Português Brasileiro, conforme instrumento de avaliação, utilizando o Nasômetro™ II 6400. **Resultados:** Valores de nasalância mais altos foram encontrados para os fonemas nasais, plosivas vozeadas e fricativas vozeadas quando comparadas às plosivas não vozeadas, fricativas não vozeadas e líquidas. Observou-se que o traço de sonoridade interferiu nos valores de nasalância, os quais foram mais altos em fonemas sonoros. **Conclusão:** Valores de nasalância das consoantes do Português Brasileiro produzidas por adultos falantes típicos demonstraram variação quanto às classes investigadas e também para o traço de sonoridade.

INTRODUÇÃO

Uma das características mais importantes da comunicação oral humana é a ressonância, sendo a distribuição da vibração sonora primária gerada pelas pregas vocais em direção à via aérea superior. A formação acústica dos sons no trato vocal supralaríngeo, ou seja, na faringe, na cavidade oral com suas inclusões móveis e na cavidade nasal, é importante para a qualidade do som e, conseqüentemente, para a inteligibilidade de fala. Em situações de desequilíbrio oronasal, a percepção da nasalidade pode estar relacionada a distúrbios articulatorios decorrentes de fissuras labiopalatinas, anomalias congênitas do crânio e da face, síndromes associadas a essas malformações e distúrbios da audição, caracterizando disfunções velofaríngeas, além de diminuição da permeabilidade de vias aéreas, causada por obstruções nasais e/ou nasofaríngeas¹³.

Nessas situações de disfunções velofaríngeas, para determinar com maior fidedignidade os resultados da avaliação de fala, torna-se necessário realizar uma avaliação perceptivo-auditiva, o padrão-ouro para interpretação da nasalidade¹⁵, podendo ser complementada com avaliação instrumental quantitativa, a exemplo da nasometria¹⁶.

Para obter medidas de nasalância, através do Nasômetro^{TM3}, e caracterizar a ressonância, existem estímulos de fala padronizados para a nasometria na língua inglesa-americana, os quais incluem um texto oral (Zoo Passage), um texto oronasal (The Rainbow Passage) e sentenças nasais².

A nasalidade corresponde à percepção subjetiva que um ouvinte tem da energia acústica nasal a nível de ressonância, sendo facilmente identificada na produção das vogais nasais (/ã/, /ẽ/, /ĩ /, /õ/, /ũ) e consoantes nasais (/m/, /n/, /ɲ/)¹. A interpretação dos valores de nasalância dá-se na avaliação de textos orais, onde valores altos correlacionam-se com hipernasalidade, e de textos nasais, onde valores de nasalância baixos correlacionam-se com hiponasalidade². No entanto, esta percepção subjetiva não é suficiente.

Para complementar o julgamento perceptivo-auditivo da nasalidade, é possível realizar avaliações instrumentais quantitativas, como a nasometria. Esta técnica é realizada através do equipamento Nasômetro^{TM3} e fornece medidas de nasalância, que possibilitam análises minuciosas da nasalidade e garantem a fidedignidade na avaliação de fala. A nasometria é amplamente recomendada para uso clínico e acadêmico^{2,4,5}.

A caracterização de valores de nasalância de sílabas foram obtidas para crianças falantes de diversos idiomas, incluindo falantes do Português Brasileiro (PB)^{7, 8, 9, 10, 11, 12}. Ainda no cenário brasileiro, estudos objetivaram normatizar valores de nasalância considerando diferentes sotaques¹, faixas etárias, em casos típicos e de insuficiência velofaríngea, utilizando textos orais¹³ ou palavra isolada¹⁴.

Medidas de nasalância foram obtidas em estudos que documentaram o equilíbrio oronasal apresentado por populações com fissura labiopalatina³, doenças neuromotoras¹⁷ e alterações auditivas^{18, 19}. Entretanto, ainda é necessário caracterizar a nasalância de cada consoante do PB, observando, indiretamente, o comportamento do mecanismo velofaríngeo (MVF) na fala típica, para posterior comparação com a população com disfunções velofaríngeas.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi estimar valores de nasalância de fonemas consonantais do PB para falantes típicos da região central do Rio Grande do Sul, e verificar as possíveis relações entre nasalância e as características fonêmicas, como ponto e modo articulatório, bem como vozeamento.

MÉTODOS

Participantes

Adultos, com idade entre 19:0 e 44:11⁵, falantes do PB e oriundos da região de Santa Maria, no Estado do Rio Grande do Sul, foram recrutados em universidades e na comunidade em geral. A pesquisadora principal realizou triagem fonoaudiológica para observar se os participantes contemplavam os critérios de inclusão, como adequada linguagem compreensiva e expressiva oral obtida a partir de conversação espontânea, estruturas e funções orofaciais (avaliadas por meio do protocolo AMIOFE), voz (avaliada por meio do protocolo CAPE-V), tipo e modo respiratórios adequados, e limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade. Não foram incluídos na pesquisa adultos que relatassem queixas quanto à linguagem, voz e/ou audição, utilizassem prótese dentária ou aparelho dentário fixo ou móvel, tivessem histórico de alterações fonéticas e/ou terapia fonoaudiológica prévia. Após atender aos critérios de inclusão e de exclusão, 33 participantes foram selecionados por conveniência para este estudo.

Procedimentos

A nasometria foi realizada com o Nasômetro II 6400³ (KayPentax, NJ, EUA). Todas as medidas de nasalância e gravações ocorreram em uma cabine acusticamente tratada. O Nasômetro™ foi calibrado diariamente, antes da coleta de dados de cada dia, de acordo com as instruções do fabricante. Para a avaliação, o paciente fez uso do *headset* com uma placa defletora posicionada entre a cavidade oral e a cavidade nasal, e dois microfones para captarem a energia acústica durante a reprodução da lista de palavras da avaliação, ajustado conforme instruções do fabricante. Inicialmente, realizou-se triagem utilizando um texto formado por cinco

⁵ Adultos jovens segundo Descritores em Ciências da Saúde

frases do PB, contendo sons exclusivamente orais¹⁴, considerando como limite superior de nasalância o valor de 27%²⁰. Após a triagem, foi realizada a avaliação das consoantes do PB mediante aplicação do Protocolo de Avaliação Instrumental da Fala (PRAIN – no prelo. Portalete, Fernandes e Pagliarin, 2017). Orientou-se que os participantes reproduzissem a lista de palavras (Quadro 1) em *pitch* e *loudness* de uso habitual.

Quadro 1. Lista de palavras do Protocolo de Avaliação Instrumental de Fala

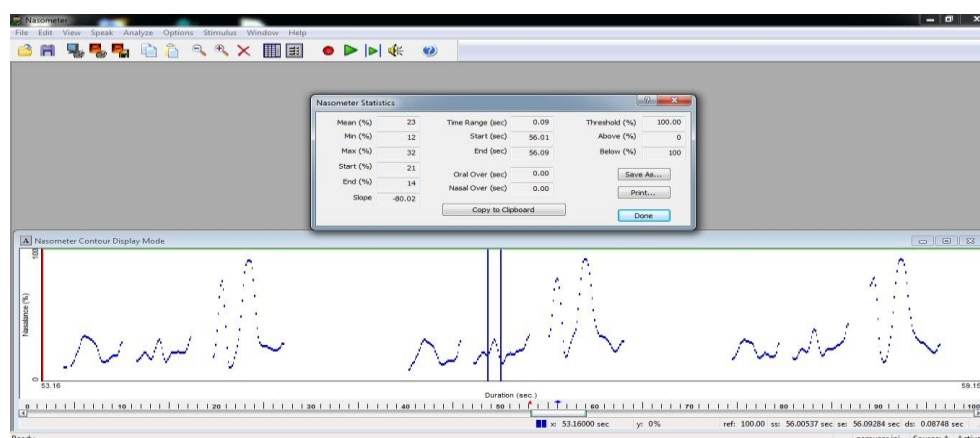
Fonema-alvo	Palavra	Transcrição	Fonema-alvo	Palavra	Transcrição
/p/	Sapato	[sa.'pa.tu]	/j/	Machado	[ma.'ja.du]
/b/	Tabaco	[ta.'ba.ku]	/ʒ/	Cajado	[ka.'ʒ a.du]
/t/	Atado	[a.'ta.du]	/l/	Salada	[sa.'la.de]
/d/	Cadarço	[ka.'dar.su]	/ʎ/	Palhaço	[pa.'ʎa.su]
/k/	Sacada	[sa.'ka.de]	/r/	Barata	[ba.'ra.te]
/g/	Lagarto	[la.'gar.tu]	/R/	Barraca	[ba.'Ra. ke]
/f/	Safari	[sa.'fa.ri]	/m/	Damasco	[da.'mas.ku]
/v/	Cavalo	[ka.'va.lu]	/n/	Granada	[gra.'na.de]
/s/	Massagem	[ma.'sa. ʒ ěj]	/ɲ/	Banhado	[bã.'ɲa.du]
/z/	Casados	[ka.'za.dus]			

A ordem da apresentação das figuras foi a mesma para todos os participantes. Os participantes deveriam reproduzir a lista de palavras, realizando cinco repetições para cada palavra, buscando maior fidedignidade e consistência das produções. As palavras foram inseridas em uma frase-veículo: “Fale [palavra- alvo] de novo”, com o objetivo de manter o mesmo contexto prosódico e fonético, evitando possíveis modificações nos parâmetros acústicos.

Análise dos dados

A média de nasalância para cada consoante foi calculada utilizando o *software* do Nasômetro™ II, através da seleção do fonema-alvo na tela do *software* (Figura 1), e organizada em banco de dados tabulado no Excel.

Figura 1. Tela do *software* Nasômetro™ II, durante a análise da média de nasalância do segmento /v/ na frase: “Fale cavalo de novo”.



Utilizaram-se análises estatísticas descritivas e inferenciais. A distribuição dos dados foi verificada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo identificada distribuição não normal. Dessa forma, optou-se pelo teste *U* de Mann-Whitney para comparar a nasalância da produção dos fonemas entre os sexos. Destaca-se que também foi calculada a média do percentual de nasalância pelo conjunto de fonemas (Plosivas Surdas, Plosivas Sonoras, Fricativas Surdas, Fricativas Sonoras, Líquidas e Nasais) por meio da soma dos percentuais de nasalância no respectivo conjunto, cujo resultado foi dividido pelo número de itens correspondente ao grupo de fonemas.

A associação entre os escores de nasalância de cada fonema foi verificada pelo coeficiente de correlação de postos de Spearman (ρ). O pacote estatístico utilizado foi o SPSS versão 23 para Windows.

Resultados

Os valores médios de nasalância estão representados na Tabela 1 e mostram que as consoantes plosivas surdas, as fricativas surdas e sonoras e as líquidas

apresentam maior energia acústica oral. Em contraponto, estão as consoantes nasais /m/, /n/ e /ŋ/, que apresentam maior energia acústica nasal. As consoantes plosivas sonoras /b/, /d/ e /g/ apresentam valores aumentados de nasalância quando comparadas às demais classes, não podendo ser definidas completamente como segmentos orais.

Tabela 1. Valores médios de nasalância para cada consoante

<i>Plosivas surdas</i>	/p/	/t/	/k/	
	0,06	0,09	0,13	
<i>Plosivas sonoras</i>	/b/	/d/	/g/	
	0,41	0,47	0,40	
<i>Fricativas surdas</i>	/f/	/ʃ/	/s/	
	0,08	0,13	0,12	
<i>Fricativas sonoras</i>	/v/	/z/	/ʒ/	
	0,20	0,22	0,19	
<i>Líquidas</i>	0,11	0,17	0,11	0,14
		/m/	/n/	/ɲ/
		0,69	0,70	0,62
<i>Nasais</i>	/l/	/ʎ/	/ɲ/	/R/

O desempenho entre os sexos na produção de cada um dos segmentos consonantais, bem como na média dos valores de nasalância nos conjuntos de consoantes, encontra-se na Tabela 2. Houve diferenças significativas em todos os fonemas do conjunto Fricativas Sonoras (/v/, /z/ e /ʒ/), em quase todos os fonemas dos conjuntos Líquidas (/l/ e /r/) e Nasais (/n/ e /ɲ/), observando-se que as mulheres apresentaram maior percentual de nasalância em relação aos homens.

Além disso, em relação às classes de sons, ao considerar-se a média de produção dos conjuntos de fonemas, encontrou-se diferença significativa entre os sexos apenas em Fricativas Sonoras e Nasais, novamente com as mulheres demonstrando maior percentual de nasalância.

Tabela 2. *Comparação entre os Sexos quanto à Produção dos Fonemas*⁶

	Mulheres (n = 16)				Homens (n = 17)				p
	M	DP	Mín.	Máx.	M	DP	Mín.	Máx.	
Plosivas surdas									
/p/	0,06	0,03	0,00	0,11	0,05	0,04	0,00	0,15	0,231
/t/	0,09	0,04	0,00	0,15	0,09	0,05	0,02	0,22	0,136
/k/	0,13	0,06	0,00	0,18	0,13	0,06	0,06	0,27	0,657
Plosivas sonoras									
/b/	0,45	0,12	0,15	0,60	0,38	0,19	0,10	0,68	0,309
/d/	0,45	0,10	0,22	0,59	0,49	0,16	0,12	0,71	0,245
/g/	0,40	0,14	0,20	0,70	0,40	0,12	0,20	0,61	0,817
Fricativas surdas									
/f/	0,08	0,03	0,04	0,17	0,08	0,03	0,04	0,15	0,901
/s/	0,11	0,06	0,00	0,25	0,14	0,09	0,02	0,35	0,488
/ʃ/	0,14	0,08	0,00	0,33	0,13	0,07	0,02	0,30	0,736
Fricativas sonoras									
/v/	0,24	0,09	0,13	0,43	0,16	0,07	0,08	0,27	0,012
/z/	0,27	0,10	0,11	0,45	0,18	0,07	0,08	0,31	0,023
/ʒ/	0,23	0,09	0,08	0,42	0,15	0,07	0,08	0,32	0,010
Líquidas									
/l/	0,14	0,10	0,00	0,36	0,08	0,09	0,00	0,36	0,028
/ʎ/	0,18	0,09	0,04	0,39	0,17	0,13	0,00	0,53	0,657
/R/	0,14	0,12	0,00	0,45	0,12	0,09	0,04	0,36	0,551
/ʁ/	0,15	0,07	0,06	0,34	0,08	0,06	0,00	0,24	0,002
Nasais									
/m/	0,74	0,07	0,61	0,85	0,64	0,19	0,32	0,84	0,157
/n/	0,75	0,08	0,60	0,88	0,65	0,11	0,48	0,83	0,009
/ɲ/	0,66	0,10	0,39	0,82	0,57	0,13	0,35	0,80	0,025
Plosivas surdas	0,09	0,04	0,00	0,14	0,09	0,04	0,04	0,21	0,217
Plosivas sonoras	0,43	0,10	0,19	0,63	0,42	0,14	0,14	0,63	0,986

⁶Nota. As comparações foram realizadas por meio do teste U de Mann-Whitney.

Fricativas surdas	0,11	0,05	0,04	0,22	0,12	0,06	0,05	0,27	0,929
Fricativas sonoras	0,24	0,09	0,11	0,43	0,17	0,07	0,09	0,30	0,010
Líquidas	0,15	0,07	0,04	0,27	0,11	0,07	0,04	0,30	0,097
Nasais	0,72	0,07	0,58	0,82	0,62	0,11	0,40	0,79	0,003

As associações entre as produções de cada fonema são apresentadas na Tabela 3. De maneira geral, as associações significativas foram positivas e a intensidade variou de moderada a forte.

Ao considerarem-se os fonemas referentes às plosivas surdas, o fonema /p/ relacionou-se com apenas um fonema do conjunto de plosivas surdas /t/, um do conjunto de fricativas sonoras (/z/) e dois do conjunto de líquidas (/l/ e /r/). Os fonemas /t/ e /k/ mostraram associação entre si, com a plosiva surda /p/, um fonema do conjunto de fricativas surdas (/f/), um fonema do conjunto de fricativas sonoras (/z/) e três do conjunto líquidas (/l/, /R/ e /r/).

Nos fonemas do conjunto de plosivas sonoras encontraram-se associações entre todos os fonemas do conjunto de fricativas sonoras. Os fonemas /b/ e /d/ apresentaram correlação entre si, com as demais plosivas sonoras (/d/, /g/) e fricativas sonoras (/v/, /z/ e /ʒ/), tendo apenas /b/ se correlacionado com a nasal /m/. O fonema /g/ obteve correlação com dois fonemas do conjunto de fricativas surdas (/f/ e /ʃ/), fricativas sonoras (/v/, /z/ e /ʒ/) e com um fonema do conjunto de líquidas (/l/).

Em relação às fricativas surdas, os fonemas demonstraram associações apenas com a produção de fonemas do conjunto de fricativas. O fonema /f/ obteve associação com /g/, /v/ e /s/, o fonema /s/ correlacionou-se com /f/, /ʃ/ e /z/ e o fonema /ʃ/ correlacionou-se com /s/ e /z/.

Já com relação às fricativas sonoras, /v/ correlacionou-se com as fricativas /f/, /z/ e /ʒ/, as líquidas (/l/ e /r/), as plosivas sonoras (/b/, /d/, /g/), o fonema /z/ correlacionou-se com as plosivas (/p/, /b/, /d/ e /g/), as fricativas (/s/, /ʃ/, /v/ e /ʒ/) e as líquidas (/l/, /l/, /R/ e /r/), o fonema /ʒ/ correlacionou-se com a produção das líquidas (/l/, /l/, /R/ e /r/) e das plosivas sonoras (/b/, /d/ e /g/).

Em relação às líquidas, o fonema /l/ correlacionou-se com as líquidas /□/ e /□/, as nasais /m/ e /n/, as plosivas surdas (/p/, /t/, /k/), e as fricativas sonoras /z/ e /ʒ/. O fonema /r/ correlacionou-se com as plosivas surdas (/p/, /t/, /k/) e a nasal /□/.

Quanto à classe das nasais, o fonema /m/ mostrou correlação com os fonemas /b/ e /n/, enquanto /n/ correlacionou-se com /l/ e /m/, e o fonema /ɲ/ com /v/ e /r/.

Tabela 3. *Correlações das Produções de Fonemas*⁷

	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/g/	/f/	/s/	/ʃ/	/v/	/z/	/ʒ/	/l/	/ʎ/	/R/	/r/	/m/	/n/	
/t/	0,347*																		
/k/	0,319	0,766***																	
/b/	-0,083	0,043	0,060																
/d/	-0,004	-0,076	-0,127	0,705***															
/g/	0,004	0,214	0,178	0,561***	0,629***														
/f/	0,115	0,134	0,075	0,146	0,275	0,474**													
/s/	0,087	0,278	0,280	0,091	0,251	0,332	0,364*												
/ʃ/	0,085	0,389*	0,373*	0,197	0,250	0,376*	0,217	0,707***											
/v/	0,119	0,212	0,145	0,630***	0,425*	0,592***	0,358*	0,243	0,273										
/z/	0,431*	0,368*	0,211	0,473**	0,414*	0,481**	0,280	0,364*	0,377*	0,686***									
/ʒ/	0,308	0,339	0,172	0,496**	0,387*	0,447**	0,241	0,156	0,212	0,741***	0,907***								
/l/	0,554***	0,347*	0,374*	0,126	-0,103	0,196	0,161	-0,232	-0,056	0,285	0,398*	0,473**							
/ʎ/	0,258	0,320	0,326	0,254	0,168	0,603***	0,337	0,165	0,181	0,633***	0,533***	0,565***	0,476**						
/R/	0,215	0,480**	0,439*	0,001	-0,074	0,200	0,246	0,256	0,252	0,327	0,395*	0,383*	0,273	0,511**					
/□/	0,419*	0,440**	0,423*	0,321	-0,122	0,223	0,131	0,018	0,183	0,566***	0,517**	0,528**	0,592***	0,606***	0,422*				
/m/	0,091	0,046	0,172	0,401*	0,054	0,181	0,006	-0,095	0,025	0,375*	0,182	0,320	0,346*	0,296	0,150	0,504**			
/n/	0,274	-0,008	0,003	0,078	-0,171	-0,018	-0,229	-0,320	-0,129	0,074	0,126	0,160	0,399*	0,150	0,093	0,427*	0,575***		
/□/	-0,021	-0,023	-0,028	0,108	-0,109	0,228	0,164	-0,223	-0,128	0,407*	0,147	0,257	0,141	0,327	0,433*	0,314	0,449**	0,454**	

⁷ As associações entre a produção de cada fonema foram verificadas pelo coeficiente de correlação de postos de Spearman (rho); * = $p < 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi estimar valores de nasalância para os fonemas consonantais do PB, em adultos falantes típicos, no intuito de verificar as possíveis relações entre nasalância e as demais características dos fonemas. Através da aplicação do PRAIN, a média de nasalância de cada fonema pode ser observada, o que forneceu dados relevantes a respeito do nível de ressonância na produção de consoantes. Com base na análise estatística, confirmou-se a hipótese de que os fonemas nasais têm significativa diferença de nasalância em comparação com os fonemas das demais classes.

Com relação à diferença dos valores médios de nasalância entre mulheres e homens, não era esperado que houvesse diferença entre os grupos, devido ao fato de não existir na literatura um consenso entre as pesquisas determinando tal resultado. Assim como estudos brasileiros^{13, 14} encontraram diferença de nasalância entre gêneros, obtendo valores maiores de nasalância para mulheres, outros estudos^{21, 21, 23} não obtiveram o mesmo resultado, afirmando que não há diferença entre os grupos.

A comparação das médias de cada consoante também mostrou que fonemas plosivos vozeados possuem mais nasalância quando comparados com fonemas plosivos não vozeados. Essa diferença não era esperada, pois não há na literatura informações suficientes a respeito da diferença de nasalância entre fonemas surdos e sonoros. Esta informação, apesar de inédita, é relevante para a clínica e para a pesquisa pelo fato de modificar as interpretações sobre fonemas favoráveis para avaliação e terapia das disfunções velofaríngeas. Ao saber que há diferença entre fonemas plosivos vozeados e não vozeados, a aplicação de testes para avaliar a nasalância deve considerar essa diferença.

A diferença entre as médias de nasalância considerando os traços de sonoridade ocorreu em todos os fonemas, tanto na classe das fricativas quanto na classe das plosivas, observando que fonemas vozeados têm mais nasalância que fonemas não vozeados, apesar de que a diferença estatística foi maior na classe das plosivas (Tabela 2).

Comparando as médias de nasalância entre cada classe de fonemas, pode-se dizer que, em ordem crescente, têm menos nasalância as consoantes plosivas não vozeadas, fricativas não vozeadas, líquidas, fricativas vozeadas e, mais

nasalância, as plosivas vozeadas e as consoantes nasais. Tais resultados também não eram esperados, visto que também não há dados suficientes na literatura a respeito da nasalância de cada fonema do PB. Esperava-se, no entanto, que fonemas nasais tivessem mais nasalância quando comparados com quaisquer fonemas e que não haveria diferença entre fonemas vozeados e não vozeados. Esperava-se, também, que fonemas plosivos, tanto vozeados quanto não vozeados, tivessem a mesma porcentagem de nasalância por serem classificados, na literatura²⁴, como fonemas de alta pressão intraoral.

Esses resultados ampliam as interpretações a respeito da caracterização do nível de ressonância em cada classe fonêmica. A ressonância, assim como a prosódia, respiração, fonação e articulação, são subsistemas físicos que se coordenam para promover a inteligibilidade de fala^{25, 26}.

Na fala típica, o mecanismo velofaríngeo (MVF) é capaz de provocar modificações na ressonância, determinando a produção nasal ou oral dos fonemas. Para a produção de fonemas consonantais orais, há o fechamento do MVF, o que propicia uma separação entre as cavidades oral e nasal, direcionando a corrente aérea para a cavidade oral. O contrário acontece para consoantes nasais, porquanto há a abertura do MVF, possibilitando a comunicação entre as cavidades e, conseqüentemente, uma ressonância nasal²⁷.

A ressonância, além de depender da musculatura do MVF, está diretamente relacionada à impedância da cavidade oral, à resistência de um sistema ao fluxo de energia²⁸, a qual compõe-se de elementos reativos (associados à troca de energia entre sistemas) e resistivos (associados à dissipação de energia). Os componentes reativos caracterizam a ressonância retroflexa, e componentes resistivos auxiliam a vibração das pregas vocais, modificando a forma da onda mucosa e aumentando o nível de pressão sonora transglótico gerado em decorrência da ressonância retroflexa que atinge as pregas vocais²⁹. Desta forma, é correto afirmar que a função velofaríngea está relacionada à função laríngea e que os traços de sonoridade dos fonemas podem interferir nos valores de nasalância de cada um.

Autores²⁴, além de diferenciarem os fonemas quanto à nasalidade, diferenciaram os fonemas orais em relação à pressão intraoral. Para os autores, as plosivas /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/ e as fricativas /f/, /s/, /ʃ/, /v/, /z/, /ʒ/ seriam fonemas de alta pressão, e as líquidas /l/, /ʎ/, /R/ e /□/ fonemas de baixa pressão. Isso porque a

alta pressão intraoral seria determinada pela obstrução total e momentânea da cavidade oral (plosivas), ou obstrução parcial e contínua da cavidade oral (fricativas). No caso das líquidas, haveria uma oclusão parcial com escape aéreo pelas laterais da boca, diminuindo a pressão intraoral.

Contudo, os resultados obtidos pela presente pesquisa demonstraram que a nasalância, bem como a pressão intraoral, não se define apenas no modo de articulação; há um componente que provoca aumento dos valores de nasalância: o traço de sonoridade. Observaram-se valores de nasalância mais elevados para fonemas nasais (/m/, /n/ e /ŋ/), como o esperado, mas também para fricativas vozeadas (/v/, /z/, /ʒ/) e, principalmente, plosivas vozeadas (/b/, /d/, /g/). Os valores de nasalância das líquidas, embora não tão altos quanto às classes de nasais, fricativas e plosivas vozeadas, mostraram-se mais acentuados quando comparados às classes das fricativas e plosivas desvozeadas.

Admitindo-se que a diferença entre consoantes nasais e orais está na modificação do comportamento do MVF³⁰, que as consoantes orais plosivas vozeadas possuem maior abertura de MVF e, portanto, mais nasalância do que as consoantes orais não vozeadas, faz-se necessário modificar a classificação dos fonemas quanto à nasalidade, admitindo /m/, /n/ e /ŋ/ como fonemas nasais; /b/, /d/, /g/ como fonemas oronasais; e, por fim, /p/, /t/, /k/, /f/, /s/, /ʃ/, /v/, /z/, /ʒ/, /l/, /ʎ/, /R/ e /ʁ/ como fonemas orais.

O componente nasal presente nas plosivas vozeadas está justamente no vozeamento que ocorre a nível laríngeo, mas que provoca uma modificação na pressão intraoral e no comportamento do MVF. A semelhança entre fonemas nasais e plosivas vozeadas está na capacidade da cavidade nasal em oferecer resistência relativamente baixa à passagem do fluxo aéreo e, portanto, não permitir que a formação de considerável pressão oral e redução concomitante da pressão glótica iniba o vozeamento³¹. Quando o vozeamento não acontece, nos casos das consoantes orais não vozeadas, há maior pressão oral e há um aumento de resistência à passagem do fluxo aéreo.

Reconhece-se que este estudo teve limitações como o tamanho do *corpus* da amostra e não houve investigação da função laríngea para complementar a análise das consoantes vozeadas com componente nasal. Sugere-se que se reproduza o mesmo estudo em populações maiores para verificar o efeito de gênero.

CONCLUSÃO

Valores de nasalância das consoantes do PB produzidas por adultos falantes típicos demonstraram variação quanto aos estímulos investigados, com valores mais altos para segmentos nasais e segmentos orais plosivos vozeados quando comparadas aos segmentos orais não vozeados e líquidas.

O aumento da nasalância em fonemas orais plosivos vozeados sugerem comportamento de MVF diferente dos fonemas orais não vozeados. Além da classificação de fonemas nasais e fonemas orais, sugere-se acrescentar a classificação oronasal para plosivas vozeadas.

Aconselha-se que futuros estudos investiguem a nasalância em populações maiores, observando diretamente o comportamento do MVF em cada consoante do PB, e comparando com a fala de outras regionalidades.

REFERÊNCIAS

1. Maturo DS, Pirola MNCP, Ricz LNA, Trawitzki LVV. Nasalância de populações falantes do português brasileiro de dois estados distintos. CoDAS [Internet]. 2017; 29(2).
2. Mayo CM, Mayo R: Normative nasalance values across languages. ECHO 2011;6(1):22–32.
3. KayPentax. Installation, operations and maintenance manual: Nasometer II, Model 6450. Lincoln Park, NJ: KayPENTAX
4. Sweeney T, Sell D: Relationship between perceptual ratings of nasality and nasometry in children/adolescents with cleft palate and/or velopharyngeal dysfunction. Int J Lang Commun Disord 2008;43:265–282.
5. Kummer AW. Resonance disorders and velopharyngeal dysfunction. In: Kummer AW. Cleft palate and craniofacial anomalies: effects on speech and resonance. New York: Delmar Cengage Learning 2008;176-213.
6. Kummer AW. The MacKay-Kummer SNAP Test-R: simplified nasometric assessment procedures. KayPENTAX; 2005.
7. Nandurkar A. Nasalance measures in Marathi consonant-vowel consonant syllables with pressure consonants produced by children with and without cleft lip and palate. Cleft Palate Craniofac J. 2002;39(1):59-65.
8. Sarac ET, Kayikci ME, Ozkan S. Nasality evaluation of Turkish phonemes in

vowel-consonant combinations. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2011;75(7):894-8.

9. Abou-Elsaad T, Quriba A, Baz H, Elkassaby R. Standardization of nasometry for normal Egyptian arabic speakers. *Folia Phoniatr Logop*. 2012;64(6):271-7.

10. Luyten A, D'haeseleer E, Hodges A, Galiwango G, Budolfson T, Vermeersch H, et al. Normative nasalance data in Ugandan english-speaking children. *Folia Phoniatr Logop*. 2012;64(3):131-6.

11. Okalidou A, Karathanasi A, Grigoraki E. Nasalance norms in Greek adults. *Clin Linguist Phon*. 2011;25(8):671-88.

12. Marino VCC, Cardoso VM, Ramos RG, Dutka JCR. Valores de nasalância para sílabas produzidas por falantes do Português Brasileiro. *CoDAS [Internet]*. 2016;28(3):278-283.

13. Trindade IEK, Genaro KF, Dalston RM: Na- salance scores of normal Brazilian Portuguese speakers. *Braz J Dysmorphol Speech Hear Disord* 1997;1:23– 34.

14. Di Ninno CQMS, Vieira JM, Teles-Magalhães LC, Padovani CR, Pegoraro-Krook, MI: De- terminação dos valores de nasalância para fa- lantes normais do Portugues Brasileiro. *Pro- Fono* 2001;13:71–77

15. Pegoraro-Krook Mi, Marino VCC, Silva LDCR. Correlação entre nasalância e nasalidade em crianças com hipernasalidade. *Rev. CEFAC [Internet]*. 2014;16(6):1936-1944.

16. Brunnegård K, Lohmander A, van Doorn J. Comparison between perceptual assessments of nasality and nasalance scores. *Int J Lang Commun Disord*. 2012;47(5):556-66.

17. Green JR, Yunusova Y, Kuruvilla MS, Wang J, Pattee GL, Synhorst L, et al. Bulbar and speech motor assessment in ALS: challenges and future directions. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener*. 2013;14(7-8):494-500.

18. Hassan SM, Malki KH, Mesallam TA, Farahat M, Bukhari M, Murry T. The effect of cochlear implantation on nasalance of speech in postlingually hearing-impaired adults. *J Voice*. 2012;26(5):669;17-22.

19. Kim EY, Yoon MS, Kim HH, Nam CM, Park ES, Hong SH: Characteristics of nasal reso- nance and perceptual rating in prelingual hearing impaired adults. *Clin Exp Otorhino- laryngol* 2012;5:1–9.

20. Trindade IEK, Yamashita RP, Suguimoto RM, Mazzotini R, Trindade Junior AS. Effects of orthognathicsuegery on speech and breathing if subjects with cleft lip and palate: acoustic and aerodynamic assessment. *Cleft Palate Craniofac J*. 2003;40(1):54-64.

21. Lee A, Browne U: Nasalance scores for normal Irish-English speaking adults: a crossgender comparative study. Paper presented at the annual convention of the American Speech-Language-Hearing Association, Chicago, 2008
22. Mishima K, Sugii A, Yamada T, Imura H, Sugahara T: Dialectal and gender differences in nasalance scores in a Japanese population. *J Craniomaxillofac Surg* 2008; 36: 8–10.
23. Litzaw, L.L.; Dalston, R.M. The effect of gender upon nasalance scores among normal adult speakers. *J Commun Disord.* 1992 Mar;25(1):55-64.
24. Henningsson G, Kuehn DP, Sell D, Sweeney T, Trost-Cardamone JE, Whitehill TL; Speech Parameters Group: Universal parameters for reporting speech outcomes in individuals with cleft palate. *Cleft Palate Craniofac J* 2008;45:2–17.
25. Ortiz KZ. Avaliação das disartrias. In: Ortiz KZ. Distúrbios neurológicos adquiridos: fala e deglutição. São Paulo: Manole; 2006;73-83.
26. Kummer AW, Clark SL, Redle EE, Thomsen LL, Billmire DA. Current practice in assessing and reporting speech outcomes of cleft palate and velopharyngeal surgery: a survey of cleft palate/craniofacial professionals. *Cleft Palate Craniofac J.* 2012;49(2):146-52.
27. Di Ninno CQMS, Pegoraro-Krook MI, Reis C. Contraste de nasalidade em falantes normais e com fissura palatina: estudo nasométrico. O contraste de nasalidade em falantes normais e com fissura palatina: aspectos da produção. *Rev soc bras fonoaudiol.* [Internet]. 2008;13(3):305.
28. Dalmont JP. Acoustic impedance measurement art I: a review. *J Sound and Vibration.* 2001;243(3):427-39.
29. Cielo CA, Lima JPM, Christmann MK, Brum R. Exercícios de trato vocal semiocluído: revisão de literatura. *Revista CEFAC (Online).* 2013(15):1679-89.
30. Kent RD, Read C. *The Acoustic Analysis of Speech.* San Diego: Singular Publishing Group; 1992:152-3.
31. Ohala JJ. Phonetic explanation for nasal sound patterns. *NASALFEST: Papers from a Symposium on nasals and nasalization.* Ferguson CA, Hyman LM, Ohala JJ. (Eds.) Stanford: Language Universals Project. 1975:289-316.

ARTIGO 2 – CARACTERIZAÇÕES DOS GESTOS DE LÍNGUA DOS SEGMENTOS CONSONANTAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO EM ADULTOS FALANTES TÍPICOS

RESUMO

Esse estudo descreve os gestos articulatórios na produção dos segmentos consonantais do Português Brasileiro, em posição inicial da sílaba dentro da palavra, obtidos pela ultrassonografia de fala, em adultos falantes típicos. As imagens ultrassonográficas foram obtidas pela avaliação de 30 falantes do Português Brasileiro (15 do gênero feminino e 15 do gênero masculino), para um conjunto de 19 palavras, cada uma contendo uma consoante do Português Brasileiro, conforme instrumento de avaliação – Protocolo de Avaliação Instrumental da Fala (PRAIN). Observou-se que as consoantes do Português Brasileiro se diferem quanto ao tipo de gesto articulatório, às regiões de constrição de língua, e ao número de gestos articulatórios, se pertencentes ou não ao mesmo subsistema. Esse estudo traz benefícios para a clínica fonoaudiológica, pois, através da ultrassonografia dos movimentos de língua, pode-se descrever os gestos de língua envolvidos na produção das consoantes do Português Brasileiro.

Palavras-chave: ultrassonografia; fala; avaliação; língua; fonoaudiologia;

INTRODUÇÃO

Após meados do século XX, com o advento de tecnologias computacionais, tornou-se possível avaliar a fala através de medidas quantitativas. Para acompanhar o avanço tecnológico, na subárea da Fonologia, os clínicos passaram a utilizar avaliações instrumentais para obter dados mais precisos a respeito dos objetos de investigação, no caso, os articuladores. Até à implementação de métodos instrumentais na clínica fonoaudiológica, as avaliações eram compostas apenas de métodos subjetivos. O surgimento da análise acústica modificou esse cenário, bem como a maneira de conceber a fonologia e a fonética (Silva, 2010).

Um dos grandes desafios dos modelos fonológicos antigos era inserir os primitivos de análise, os fones ou fonemas, tanto na concepção fonológica quanto na concepção fonética. O questionamento sobre a dissociação entre Fonética e Fonologia é necessário por considerar que os segmentos de uma língua devem ser vistos tanto pela ótica implementacional, mecânica, quanto pela ótica da natureza gradiente dos processos (Silva, 2002).

Contra-pondo-se aos modelos fonológicos estáticos, surgiram modelos dinâmicos de produção da fala, como é o caso da Fonologia Articulatória (FAR) (Browman e Goldstein, 1986, 1989, 1990, 1992), posteriormente denominada Fonologia Gestual (Albano, 2012), os quais aliados aos métodos instrumentais de avaliação possibilitaram realizar estudos articulatórios e acústicos mais precisos, bem como documentar fatos fônicos nunca antes considerados.

Avaliação ultrassonográfica na fala

A investigação da fala por meio da ultrassonografia (USG) ainda é recente e surgiu para oferecer resultados mais precisos na avaliação fonoaudiológica, aprimorando os diagnósticos e prognósticos (Barberena, 2014). Além de recente, a USG oferece inúmeros benefícios como, a visualização completa e em tempo real da língua (desde a ponta até o dorso) e seu gesto articulatório, identificando movimentos anteriores e posteriores de língua (Francisco e Wertzner, 2017).

Além dessas vantagens, devido à portabilidade do equipamento, a ausência de riscos ao paciente e por ser não invasivo, a USG é o equipamento com melhor custo-benefício. Contudo, o custo para realizar a USG ainda é alto para a realidade da clínica fonoaudiológica brasileira, pois a técnica exige além de equipamento próprio para o ultrassom, um espaço físico com isolamento acústico, *software* para sincronizar os dados obtidos, além de toda aparelhagem de suporte, como capacete para estabilizar a sonda do ultrassom e o microfone direcional para captar o áudio da fala.

Existem diversos *softwares* específicos para análise ultrassonográfica de língua, como o *University of Arizona's GLoSatron*, *Queen Margaret University College's Articulate Assistant*, *University of British Columbia's Ultrax* e *University of Toronto's Ultra-CATS*, desenvolvido pela *Articulate Instruments*. Entretanto, nesse sentido também não há um consenso entre os clínicos sobre qual método é mais adequado para análise ultrassonográfica de língua, tanto em relação à análise

descritiva quanto quantitativa (Davidson, 2006). O que deve ser levado em consideração, sobretudo, é a experiência do clínico, o tipo de corte empregado na captação das imagens e o momento de captura dos gestos articulatórios.

Apesar da complexidade exigida para a USG e do alto custo, as vantagens oferecidas pela técnica superam quaisquer contrapontos. Na área da Fonoaudiologia, a USG tornou-se um recurso muito utilizado nas áreas de motricidade orofacial, voz e fala, a fim de monitorar a movimentação da língua durante a articulação, servindo tanto para a avaliação, quanto terapia na área da linguagem (Wiethan *et al.*, 2015).

Modelos dinâmicos de produção da fala

Apoiando-se em modelos dinâmicos, como a Fonologia Articulatória (FAR) (Browman e Goldstein, 1986, 1989, 1990, 1992), Fonologia Acústico-Articulatória (FAA) (Albano, 2001) ou Fonologia Gestual (Albano, 2012) a análise ultrassonográfica permite conceber os gestos articulatórios como uma tarefa dinâmica, considerando tipos de gestos articulatórios, magnitude de gesto articulatório (tempo e espaço) de gestos individuais e sobreposição de gestos (quando houver) (Casero, 2016).

De acordo com Browman e Goldstein (1992, p. 23, traduzido), o principal expoente nesses estudos são os gestos articulatórios, vistos como “caracterizações de eventos discretos, fisicamente reais, que se desenvolvem durante o processo de produção da fala [...], unidades básicas de contraste entre itens lexicais, bem como unidades de ação articulatória”. A partir do contraste entre itens lexicais e articulatórios, torna-se imprescindível questionar a dissociação entre Fonética e Fonologia.

Ao inserir os fones de uma língua num contexto fonético, perde-se a relação entre fatos fônicos e níveis prosódicos, considerando que a Fonética abrange unicamente níveis mecânicos da fala. Contudo, inserir os fones exclusivamente num contexto fonológico impede a captação da natureza gradiente dos processos fônicos, entendendo que a Fonologia tem por primitivo de análise unidades categóricas, ou seja, os gestos articulatórios (SILVA, 2002).

Ao contrário dos modelos estáticos, a Fonologia Gestual assume que tanto a base física quanto a base cognitiva compõem o primitivo de análise fonológica, a qual se denomina gesto articulatório. Os gestos são dotados de tempo intrínseco,

auto-implementacional, determinado pela relação entre a rigidez e o amortecimento dos articuladores, caracterizando o modo como a língua atinge um alvo articulatorio particular.

Através da ação de um conjunto de articuladores, tem-se um gesto articulatorio, responsável pela determinação de um segmento da língua. Os segmentos podem ser descritos através de pautas gestuais (Silva, 2002; Browman e Goldstein, 1989). Os gestos articulatorios, os primitivos de contraste fonológico, podem contrastar-se em sua composição gestual, como a ausência de um dado gesto ou diferenças de parâmetros entre os gestos (grau e local de constrição).

As pautas gestuais possibilitam a tradução direta do dinâmico no simbólico, e a previsão dos estados intermediários entre os fonemas, como a duração dos gestos tanto na ponta, como no corpo e na raiz da língua, e a magnitude do gesto de língua (BROWMAN e GOLDSTEIN, 1992).

Dadas as limitações dos modelos estáticos de tratamento dos fonemas na descrição e discriminação dos fonemas, a proposta desse estudo é descrever, por meio de pautas gestuais, os gestos de língua dos segmentos consonantais do Português Brasileiro, em posição inicial da sílaba dentro da palavra, obtidos pela ultrassonografia dos movimentos de língua, em adultos falantes típicos da região central do Rio Grande do Sul.

MÉTODOS

Esse estudo foi conduzido no Centro de Estudos de Linguagem e Fala da Universidade Federal de Santa Maria, e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob nº 1.316.911. O estudo apenas foi realizado mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, onde os participantes concordaram com sua participação, tendo ciência de seus riscos, benefícios e do objetivo desta pesquisa. Este estudo foi realizado conforme as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, no que determina o Conselho Nacional de Saúde em sua resolução 466/12 e 510/16.

Participantes

Adultos, com idade entre 19:0 e 44:11⁸, falantes típicos do PB, nascidos e/ou criados em Santa Maria, no Estado do Rio Grande do Sul, foram convidados a participar deste estudo. Um fonoaudiólogo realizou triagem fonoaudiológica para observar se os participantes apresentavam linguagem compreensiva e expressiva oral, estruturas e funções orofaciais adequadas (Felício e Ferreira, 2008), voz adequada ao falante (ASHA, 2003), tipo e modo respiratórios adequados, e limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade. Não foram incluídos na pesquisa adultos que relatassem queixas quanto à fala, voz e/ou audição, usassem prótese dentária ou aparelho dentário fixo ou móvel, tivessem histórico de alterações fonéticas e/ou realizado terapia fonoaudiológica.

Após atender aos critérios de inclusão e de exclusão, 30 participantes foram selecionados para compor a amostra desta pesquisa. Não foram incluídos na pesquisa adultos que não apresentaram normalidade em alguns parâmetros das avaliações fonoaudiológicas iniciais, ou não apresentaram boa imagem ultrassonográfica da língua, devido a fatores como rigidez muscular, sobrepeso ou presença de barba.

Procedimentos

O programa AAA oferece diversos *lables*, que correspondem a opções de utilização, como análise acústica, análise articulatória por meio da gravação da imagem obtida pelo ultrassom, análise eletropalatográfica, entre outros. No caso da gravação da imagem do ultrassom, o *software* oferece um espaço para apresentar uma imagem na tela do computador, correspondente à palavra que o sujeito deve produzir, e possui um sinalizador audível que avisa o início da gravação e, conseqüentemente, o início da produção da fala.

O registro das produções foi obtido em uma única coleta. Para cumprir os critérios quanto à estabilização de cabeça, durante a coleta, foi utilizado o um estabilizador de cabeça (*Articulate Instruments*), pesando 800g e feito de alumínio, para garantir maior confiabilidade nos dados obtidos. O capacete, ao estabilizar a sonda ultrassonográfica na região submandibular, permite a redução da variação do movimento de cabeça na captação da imagem. O leque selecionado para realização

⁸Adultos jovens segundo Descritores em Ciências da Saúde

das análises foi o ângulo de 120 graus, sendo o mais adequado para o ultrassom DP6600, disponível no próprio Software para seleção.

Foram analisados os instantes correspondentes (*frames*) aos segmentos consonantais, sendo escolhido aquele no qual houve a constrição máxima de língua, representando a maior aproximação ao alvo. Foi realizado um traçado sob a superfície da língua, em corte sagital.

Após as delimitações de todos os contornos da superfície da língua, cada contorno foi exportado para o recurso contido no próprio programa, denominado *Workspace*. Todas as análises das imagens foram realizadas pela pesquisadora autora deste trabalho. As médias dos contornos de língua correspondentes às produções de cada um dos participantes foram inseridas em gráficos, que demonstram os gestos articulatórios analisados.

Na classificação dos gestos, foram utilizados os descritores propostos pela Fonologia Gestual (FonGest), especificadas as variáveis do trato, que correspondem às ações de constrições dos órgãos do trato vocal e sua referência com os articuladores envolvidos.

Coleta dos dados

As coletas foram realizadas pela autora desse trabalho com o apoio de duas estagiárias. Todas as examinadoras foram submetidas a treinamento prévio para avaliação nasométrica e ultrassonográfica.

As avaliações foram realizadas com os participantes dentro de uma cabine tratada acusticamente para que não houvesse interferência do ruído externo na captação e gravação dos sinais acústicos da fala. Após o examinador verificar o ajuste do capacete e a posição da sonda, o paciente ingeriu um gole de água (para mensurar a localização da área anterior do palato) e, na sequência, reproduziu a lista de palavras do Protocolo de Avaliação Instrumental da Fala (PRAIN – no prelo) com os sons-alvo, realizando as cinco repetições.

Estímulos de fala

Os estímulos utilizados para o registro de fala foram provenientes de protocolo específico para avaliação instrumental. O PRAIN é composto por 19 palavras, cada uma contendo uma consoante do PB, respeitando critérios

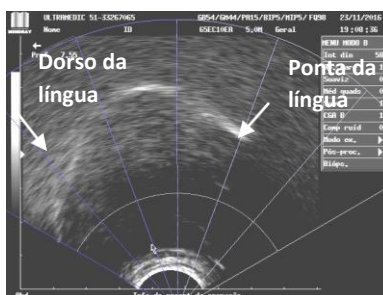
linguísticos como segmento em posição inicial da sílaba dentro da palavra, entre a vogal /a/, em palavras trissílabas e paroxítonas.

Considerando que a forma mais fidedigna de avaliação da fala é através da fala encadeada, foram apresentadas na tela do computador figuras correspondentes às palavras do protocolo. A coleta dos dados de fala, apesar de não ter sido oriunda da fala espontânea, buscou a maior aproximação a este modelo de reprodução através da nomeação espontânea. A ordem da apresentação das figuras foi a mesma para todos os participantes. Os participantes deveriam reproduzir a lista de palavras, realizando cinco repetições para cada palavra, buscando maior fidedignidade e consistência das produções. As palavras estavam inseridas em uma frase-veículo: “Fale [palavra-alvo] de novo”, para manter as palavras no mesmo contexto prosódico e fonético, evitando possíveis modificações nos parâmetros acústicos.

Análise dos dados

Para traçar a média dos contornos de língua, as imagens foram obtidas no plano sagital. Os contornos de língua foram determinados na captura do *frame* de maior constricção de língua do fonema-alvo, e os traços foram realizados utilizando recursos oferecidos pelo software AAA, como *snap-to-fit* e *best-fit*, com ajustes manuais para maior precisão do traçado. Após a determinação dos contornos, os mesmos foram analisados segundo a Teoria da Fonologia Gestual a partir de Pautas Gestuais.

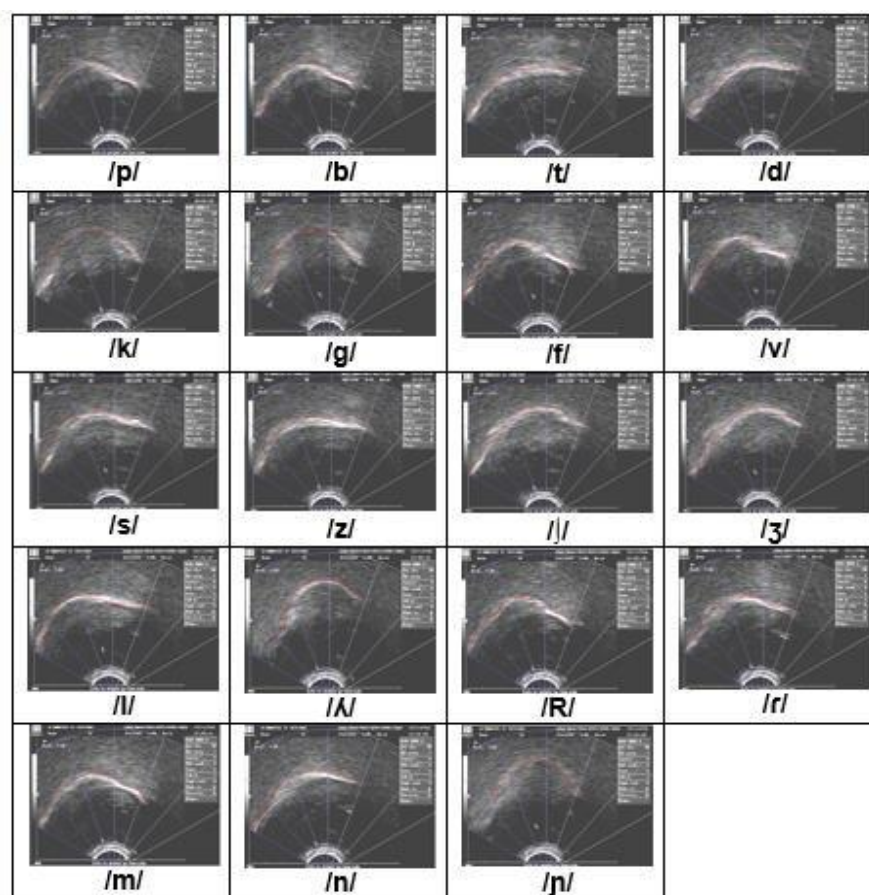
Figura 1. Imagem sagital do *frame* correspondente à língua em repouso.



RESULTADOS

No intuito de caracterizar os gestos articulatórios, foram analisadas 2850 imagens de língua no ponto de máxima elevação. Tais imagens corresponderam aos 19 segmentos consonantais analisados, em cinco repetições, avaliados em 30 participantes. Após avaliação ultrassonográfica e seleção do *frame* para realização do traçado, foi selecionado o ângulo de 120°. Para ilustrar o presente estudo, foram selecionadas as imagens (Figura 2) de um único sujeito.

Figura 2. *Frames* correspondentes ao ponto de máxima elevação da língua para cada consoante do PB de um sujeito participante.



A figura 2 representa os *frames* de cada consoante no seu ponto de máxima constrição, ou seja, máxima elevação da língua. A partir dessas imagens, é possível avaliar o comportamento articulatório da língua durante a produção de cada som, observando máxima elevação de ponta (à direita do leque), corpo (meio do leque) e raiz (à esquerda do leque).

O comportamento do gesto articulatório foi analisado com base nas pautas gestuais, considerando local (região de ponta de língua, região de corpo de língua e região de raiz) e grau de constrição (fechado, crítico, médio ou largo), e números de gestos articulatórios se pertencente ou não ao mesmo subsistema (lábios, língua e véu).

Figura 3. Proposta de organização gestual⁹ para plosivais bilabiais

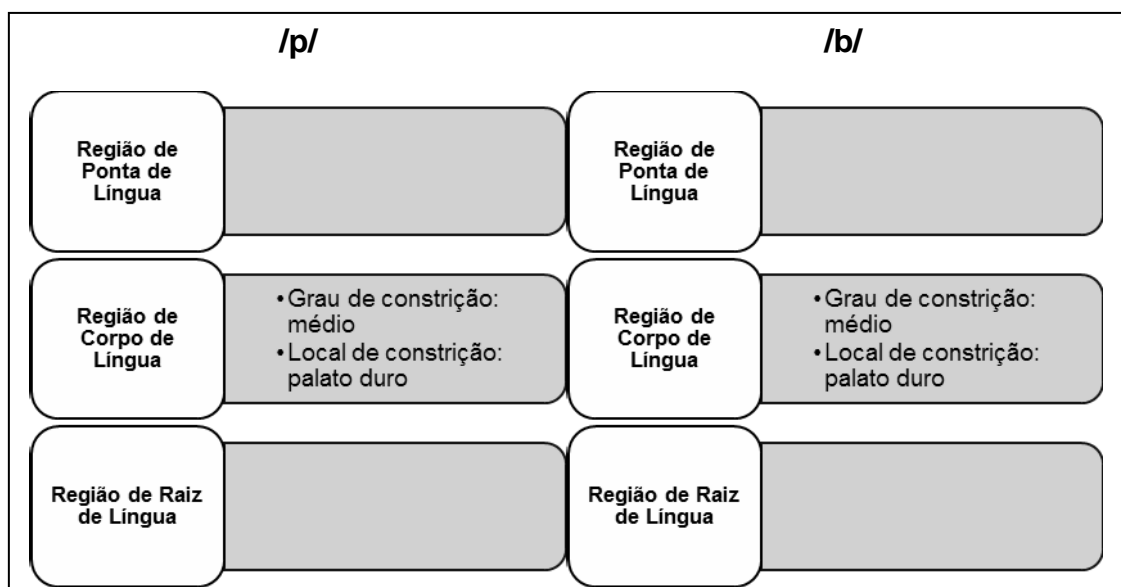
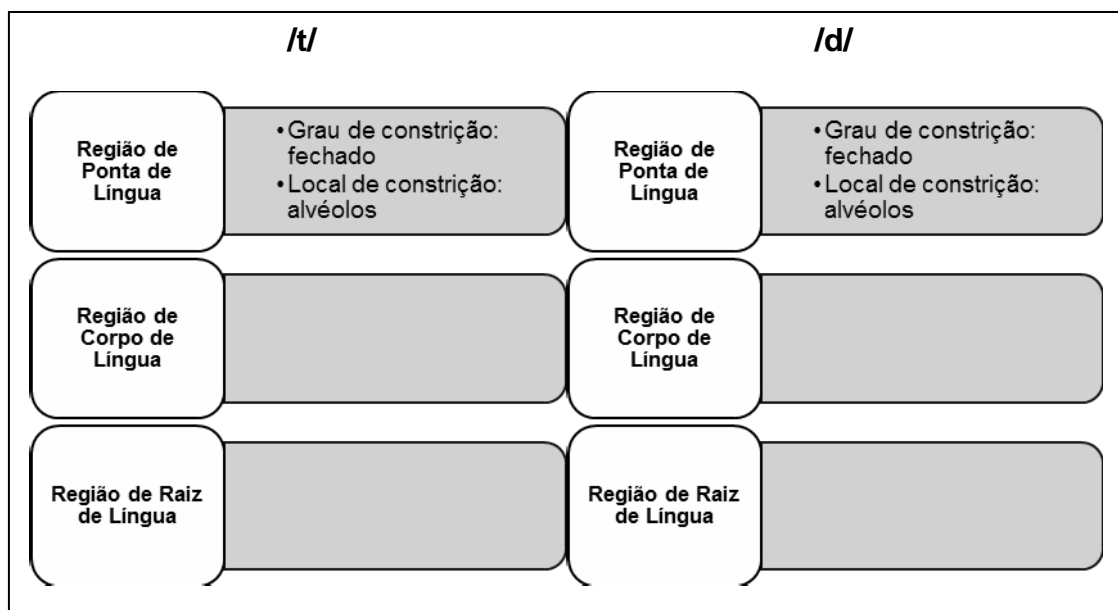


Figura 4. Proposta de organização gestual para plosivas alveolares



⁹ Utilizou-se o termo “organização” ao invés de “pauta”, esse sugerido por Silva AHP (2002), por não ter sido realizada análise acústica e, portanto, não poder mensurar o tempo e a magnitude do gesto articulatório.

Figura 5. Proposta de organização gestual para plosivas velares

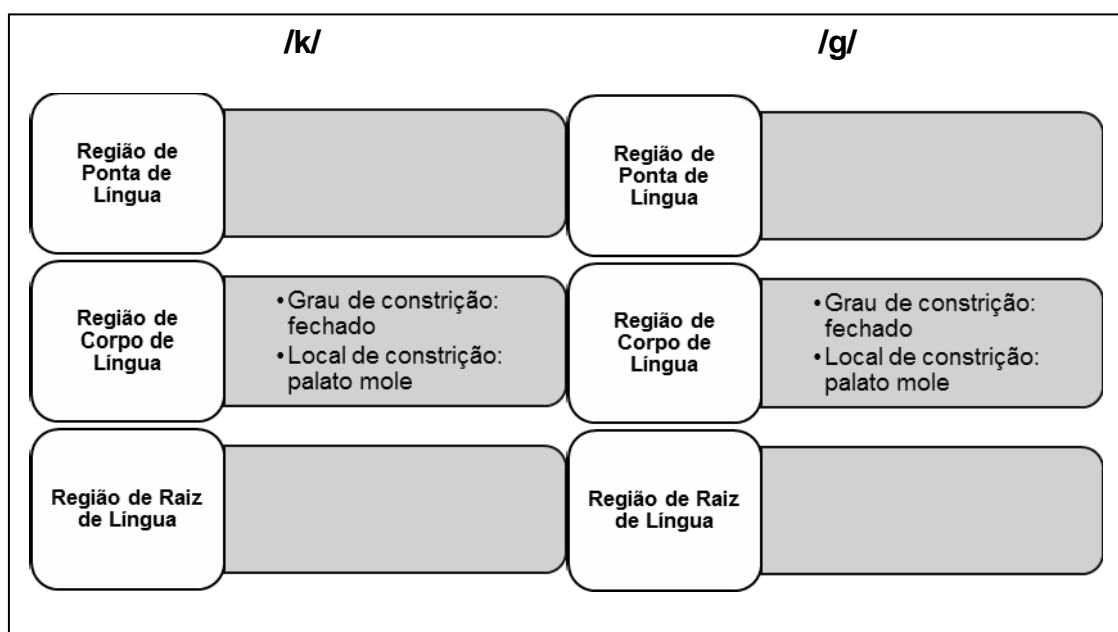


Figura 6. Proposta de organização gestual para fricativas labiodentais

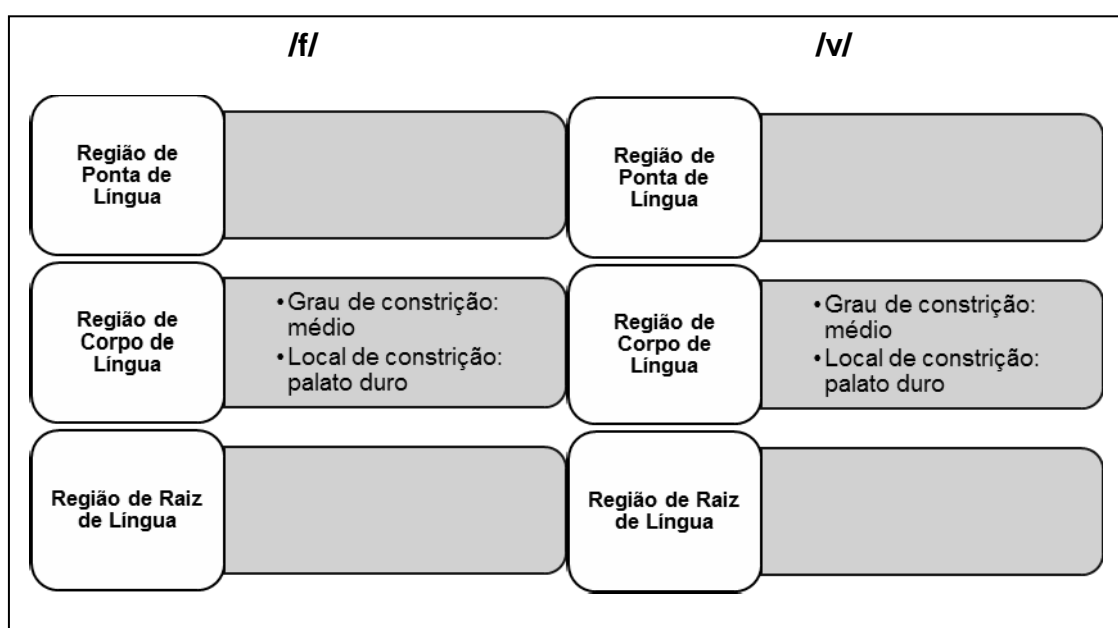


Figura 7. Proposta de organização gestual para fricativas alveolares

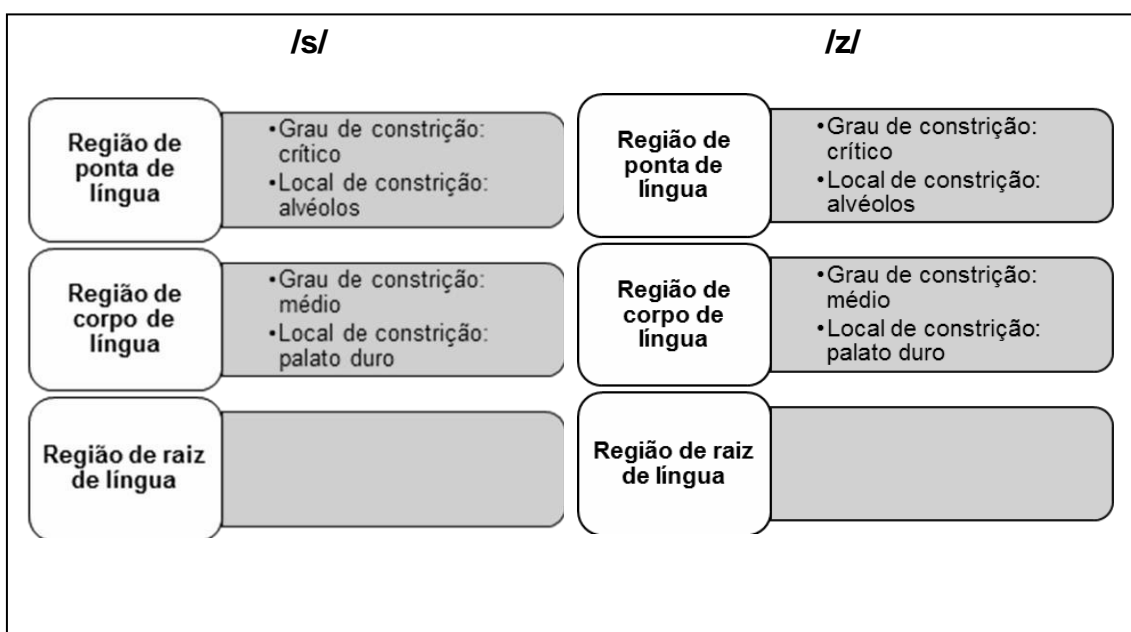


Figura 8. Proposta de organização gestual para fricativas palatoalveolares

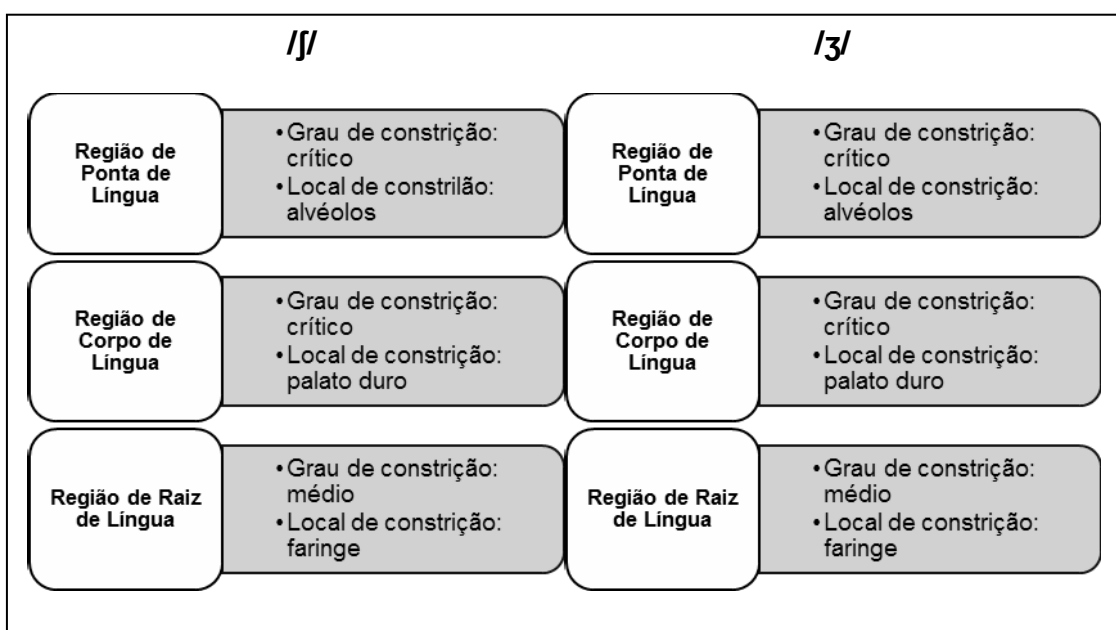


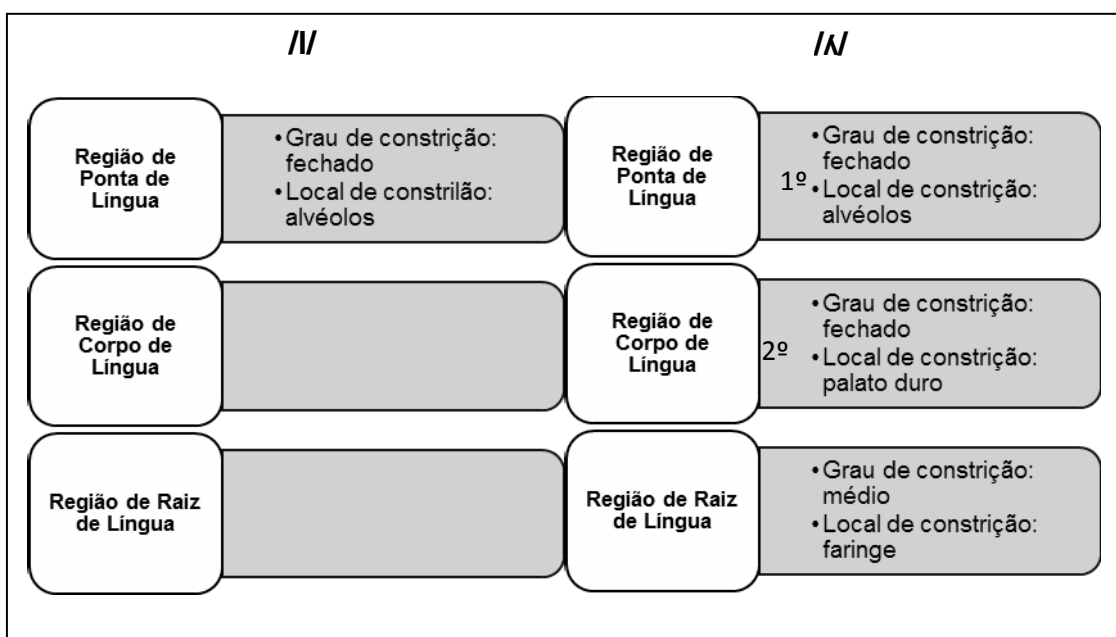
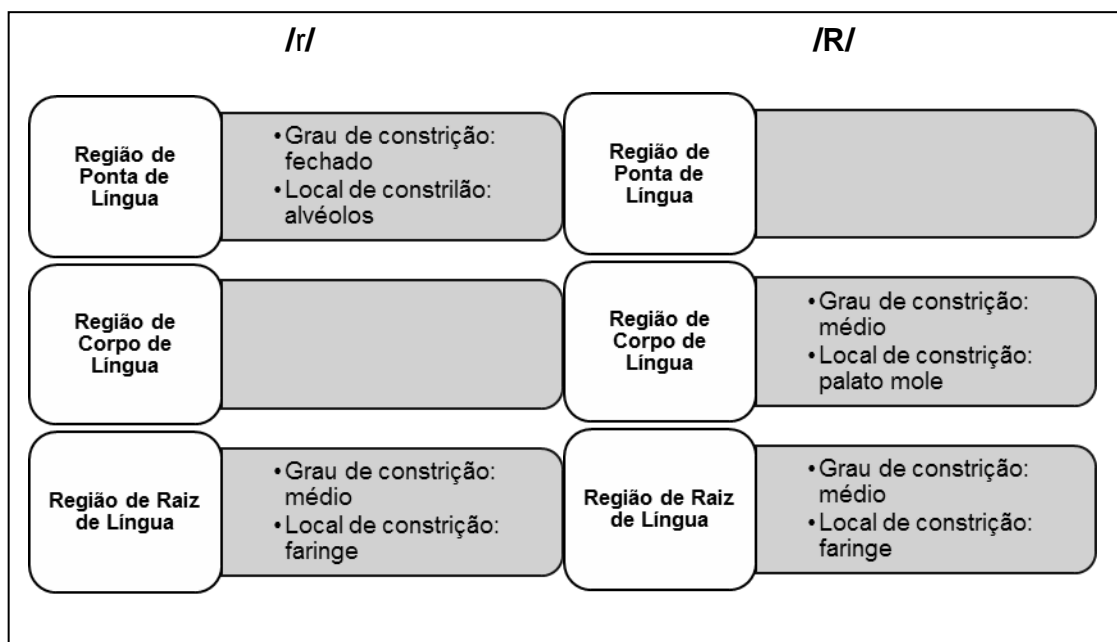
Figura 9. Proposta de organização gestual para líquidas /l/ e /ʎ/¹⁰

Figura 10. Proposta de organização gestual para as líquidas /r/ e /R/



¹⁰ Na líquida /r/ temos a presença de dois gestos, porém que não são simultâneos. O primeiro gesto é o de ponta de língua, sucedido pelo gesto de corpo de língua.

Figura 11. Proposta de organização gestual para as nasais /m/ e /n/

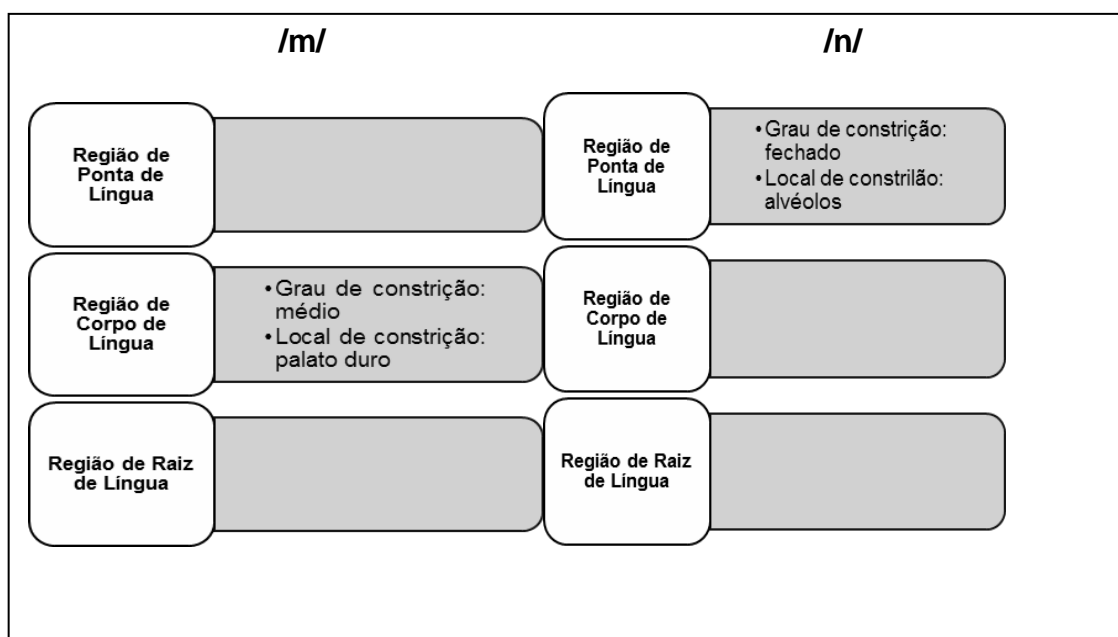
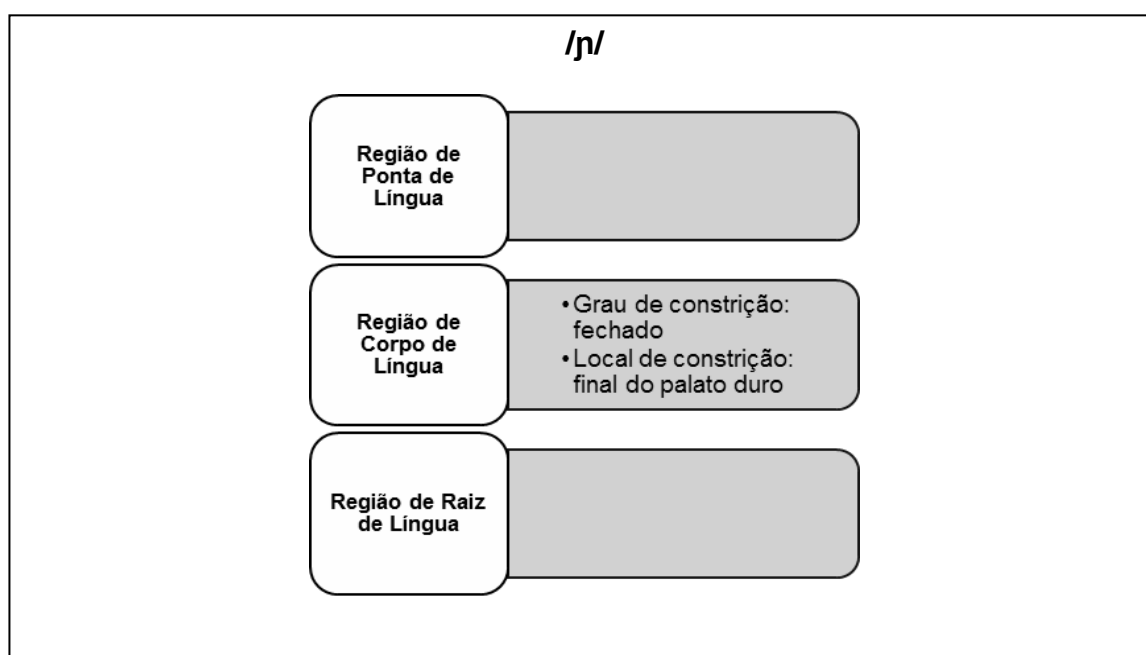


Figura 12. Proposta de organização gestual para a nasal /ɲ/



DISCUSSÃO

A proposta desse estudo foi de representar a organização gestual dos segmentos consonantais do PB com base na Fonologia Gestual (FonGest). A análise ultrassonográfica mostrou-se efetiva na caracterização dos gestos articulatórios de língua observados em cada produção. Além disso, a FonGest deu conta de caracterizar todos os aspectos envolvidos na articulação.

Pesquisas já utilizaram a ultrassonografia de fala para analisar os contornos médios de língua da líquidas /l/, /r/, /ʎ/, R/ (Berti, Boer e Bressmann, 2016), do *tap* /r/ e da líquida /l/ (Barberena, 2016), das plosivas velares (Melo *et al.*, 2016), das fricativas /s/ e /ʃ/ (Francisco e Wertzner, 2017), de plosivas e fricativas do inglês americano (Davidson, 2006), plosivas velares desvozeadas (Bressmann *et al.*, 2011), da líquida palatoalveolar (Casero, 2016), e de vogais (Lee, Hsieh e Lee, 2015). Portanto, algumas informações sobre os gestos de língua em róticos, fricativas /s/ e /ʃ/ e plosivas velares foram confirmadas.

A análise da organização gestual deu-se através das imagens de língua, baseadas na Fonologia Gestual (Albano, 2012), a fim de dissociar as trajetórias dos descritores gestuais de ponto de modo de articulação, e organizar o gesto articulatório além de um conjunto de articuladores, preconizados pela Fonologia Articulatória (Browman e Goldstein, 1992).

Os descritores utilizados para grau de constricção foram: [fechado], [crítico] e [médio]. Optou-se por não caracterizar como largo os gestos que não haviam constricção, deixando um espaço em branco para caracterizar a ausência de gesto. O descritor [fechado] foi utilizado para oclusivas, [crítico] para fricativas e [médio] para gesto de corpo de língua de grau intermediário entre largo e fechado/crítico (Browman e Goldstein, *op. cit.*). Para o local de constricção, foram utilizadas as regiões de alvéolos, palato duro, palato mole e faringe, em uma adaptação dos modelos elaborados por Browman e Goldstein (*op. cit.*) e Silva (2002).

Com relação à classe de plosivas, esperava-se que não houvesse nenhum tipo de gesto de língua, mas o que as imagens dos adultos mostraram foi um discreto gesto de corpo de língua em direção ao palato duro. Essa mesma configuração de língua dos segmentos /p/ e /b/ repetiu-se nos segmentos fricativos /f/, /v/ e nasal /m/. A diferença, contudo, desses segmentos não se dá apenas pelo gesto de língua. É interessante notar que existem gestos articulatórios provenientes

de outros subsistemas, como os lábios (no caso dos segmentos bilabiais /p/, /m/, /b/, e labiodentais /f/ e /v/), o véu palatino (no caso dos fonemas orais /p/ e /f/, e oronasal /b/) e a glote (no caso dos fonemas sonoros /b/ e /v/).

Os segmentos linguodentais /t/, /d/ e /n/ assemelham-se na análise dos *frames* de língua, pois apresentam um único gesto, fechado, de ponta de língua em direção aos alvéolos.

Com relação aos segmentos fricativos alveolares /s/ e /z/, existem dois gestos articulatórios simultâneos: um de ponta de língua, crítico, em direção ao alvéolo, e um de corpo de língua, médio, em direção ao palato duro.

Em dados típicos de fala obtidos em outro estudo (Berti, 2013; Gafos, 2002), na produção dos segmentos /k/ e /g/ era esperado um direcionamento da língua para a região posterior da cavidade oral. Com relação aos segmentos /t/ e /d/, era esperado um direcionamento da língua para a região anterior da cavidade oral, simultaneamente ao gesto de elevação de ponta de língua. O presente estudo confirmou essas hipóteses.

Passando aos articuladores de atuação posterior, nota-se que os segmentos /k/, /g/ e /ŋ/ possuem discreta semelhança. Os primeiros, definidos como plosivas velares, apresentam um único gesto de corpo de língua, fechado, em direção ao palato mole. O segmento nasal /ŋ/, por sua vez, apresenta o mesmo gesto de língua, mas já em direção ao palato duro. Os segmentos /ʃ/ e /ʒ/ são os fonemas com mais gestos articulatórios. Contudo, a literatura não os define como os mais complexos. Há que se considerar que todos os gestos presentes em /ʃ/ e /ʒ/ convergem para uma mesma direção e são caracterizados com o mesmo grau, como se um gesto servisse de base motora para a realização do outro gesto. Percebe-se na visualização dos *frames* correspondentes a tais segmentos a presença de um gesto de ponta de língua em direção ao alvéolo, de grau crítico, um gesto de corpo de língua em direção ao palato duro, de grau crítico, e um gesto de raiz de língua em direção à faringe.

Corroborando com estudo anterior (Francisco e Wertzner, 2017), o segmento /ʃ/ apresentou maior elevação de língua quando comparado ao segmento /s/, sugerindo também que a raiz da língua seja mais retraída na produção do /ʃ/ quando comparado ao segmento /s/. Além do mais, na produção do /s/, observou-se uma depressão na região entre o corpo e a ponta da língua. Esse mesmo comportamento também foi observado em outro estudo (Zharkova *et al.*, 2014).

Por fim, as líquidas mostraram ser diferentes entre si em muitos aspectos, os quais serão descritos a seguir. A análise dessa classe de sons foi realizada considerando-se a pesquisa de Silva (2002).

Na visualização da produção da líquida //, percebe-se um movimento acentuado, de grau fechado, em direção ao alvéolo. A líquida /r/ mostra-se diferente: há tanto um gesto de ponta de língua, de grau fechado, quanto um movimento de raiz de língua, em direção à faringe, de grau médio. A líquida /R/, assim como o *tap*, apresenta um gesto de raiz de língua, de grau médio, mas também apresenta um gesto de corpo de língua, de grau médio, em direção ao palato. A líquida /ʎ/ entretanto, mesmo não sendo considerado o segmento mais complexo do PB, é a que possui mais gestos dentro dessa classe.

A diferença de complexidade entre /r/ e /ʎ/ está na simultaneidade dos gestos. Enquanto a primeira possui gestos antagônicos e simultâneos de raiz e ponta de língua, a segunda possui gestos equivalentes e assíncronos, ocorrendo em primeira instância um gesto de ponta de língua em direção ao alvéolo, de grau fechado, e em seguida um gesto de corpo de língua em direção ao palato duro, também de grau fechado. Há também um gesto de raiz de língua, de grau médio, presente em toda a produção dos segmentos /r/ e /ʎ/, que, acredita-se, serve para dar base para a execução dos outros gestos articulatórios.

Em relação ao comportamento glotal dos segmentos consonantais do PB, não é possível afirmar se há oclusão total, parcial ou abertura glotal em sua produção, devido à ausência de análise da função vibratória de PPVV nesse estudo.

CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa foi descrever, por meio de pautas gestuais, os aspectos articulatórios dos segmentos consonantais do Português Brasileiro, em posição inicial da sílaba dentro da palavra, obtidos pela ultrassonografia de fala, em adultos falantes típicos.

As caracterizações dos fonemas, portanto, são concluídas da seguinte forma:

- Os fonemas bilabiais e labiodentais não vozeados possuem, em sua totalidade, dois gestos articulatórios de subsistemas linguísticos

diferentes¹¹: um de lábios e outro de língua; os fonemas bilabiais e labiodentais vozeados possuem, por sua vez, quatro gestos articulatórios de subsistemas linguísticos diferentes, sendo um de lábios, um de língua, um de véu palatino e outro de glote observados indiretamente;

- Os fonemas linguodentais plosivos e nasal não vozeados possuem apenas um gesto articulatório de movimento de língua, enquanto os vozeados possuem três gestos articulatórios de subsistemas linguísticos diferentes, um de língua, um de véu e outro de glote; os fonemas alveolares /s/ e /z/ possuem dois gestos articulatórios do mesmo subsistema linguístico de língua, sendo que /z/ ainda possui um gesto de glote observado indiretamente;
- O fonema velar /k/ possui apenas um gesto articulatório de língua, enquanto /g/ e /ŋ/ possuem mais dois gestos articulatórios de outros subsistemas linguísticos: um gesto de véu palatino e outro de glote observados indiretamente; Os fonemas palatoalveolares possuem três gestos articulatórios provenientes do mesmo subsistema linguístico, a língua, e /ʒ/ ainda possui um outro gesto de glote observado indiretamente;
- As líquidas, por fim, diferem-se entre muitos aspectos, a líquida /l/ possui apenas um gesto articulatório de língua, enquanto /r/ possui dois gestos articulatórios de língua e outro gesto de glote, este observado indiretamente; /ʎ/ possui dois gestos pertencentes ao mesmo subsistema linguístico, a língua, porém tais gestos são assíncronos; por fim, /R/ possui três gestos pertencentes a subsistemas linguísticos diferentes: dois de língua e um de glote, este observado indiretamente também;

Utilizando o modelo de organização gestual proposto para a caracterização dos aspectos articulatórios das consoantes, atribuiu-se à fonética muito mais que uma descrição dos articuladores, a qual passa a ter um caráter descritivo não só subjetivo, mas, de certa forma, objetivo também.

¹¹ Por meio da avaliação perceptivoauditiva, observa-se a atuação de lábios, véu palatino e glote. Entretanto, não foram realizadas avaliações objetivas, como análise acústica, para descrição desses achados.

REFERÊNCIAS

- Albano, E.C (2001). *O gesto e suas bordas: esboço de Fonologia Acústico-Articulatória do português brasileiro*. Campinas: Mercado de Letras/ALB/FAPESP.
- Albano, E.C (2012). *Revista da ABRALIN*, Número especial 2 (Org.).
- Articulate Instruments Ltd. (2012). *Articulate assistant advanced ultrasound module user guide: Version 2.14*. Edinburgh, Scotland: Articulate Instruments Ltd.
- Barberena, L.S., Brasil, B.C., Melo, R.M., Mezzomo, C.L., Mota, H.B. Keske-Soares, M (2014). Aplicabilidade da ultrassonografia na Fonoaudiologia. *CoDAS [Internet]*, 26(6): 520-530.
- Barberena, L.S (2016). Caracterização de aspectos da produção articulatória do /r/ tap por análise instrumental e resultados de intervenção. 2016. 248 f. *Tese (Doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana)* — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Berti, L. C., Pagliuso, A., Lacava, F (2009). Instrumento de avaliação de fala para análise acústica (IAFAC) baseado em critérios linguísticos. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 14(3): 305-319.
- Berti, L.C (2013). Investigação ultrassonográfica dos erros de fala infantil a luz da Fonologia Gestual. In: Ferreira-Gonçalves, G.; Brum-de-Paula, M.R. *Dinâmica dos Movimentos Articulatórios: sons, gestos e imagens*. Pelotas: UFPel, 2013.
- Berti, L., Boer, G.D., Bressmann, T (2016). Tongue displacement and durational characteristics of normal and disordered Brazilian Portuguese liquids. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 30(2):131-49
- Bressmann, T., Radovanovic, B., Kulkarni, G. V., Klaiman, P., & Fisher, D. (2011). An ultrasonographic investigation of cleft-type compensatory articulations of voiceless velar stops. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 25 (11–12), 1028–1033.
- Browman, C., Goldstein, L (1986). Towards an Articulatory Phonology, in *Phonology Yearbook*, 3:219-252.
- Browman, C., Goldstein, L (1989). Articulatory gestures as phonological units, in *Phonology Yearbook*, 6: 201-251, 1989.
- Browman, C., Goldstein, L (1990). Tiers in Articulatory Phonology, in J. Kingston & M. Beckman, *Papers in Laboratory Phonology 1: between the grammar and physics of speech*. Cambridge: The Cambridge University Press, pp: 341-376.
- Browman, C., Goldstein, L (1992). Articulatory Phonology: an overview, in *Phonetica*, 49: 155-180.
- Casero, K.T.B (2016). A dinâmica dos gestos articulatórios da líquida lateral palatal: dados de informantes ouvintes e de uma usuária de Implante Coclear. *Dissertação (Mestrado em Letras)* — Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Davidson, L. (2006). Comparing tongue shapes from ultrasound imaging using smoothing spline analysis of variance. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 120(1), 407–415.

Francisco, D.T., Wertzner, H.F (2017). 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. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 31(5): 375- 390

Gafos, A.I.A (2002). Grammar of gestural coordination. *Natural Language and Linguistic Theory*, 20(2): 269-337.

Lee, S.H., Yu, J.F., Hsieh, Y.H., Lee G.S (2015). Relationships Between Formant Frequencies of Sustained Vowels and Tongue Contours Measured by Ultrasonography. *American Journal of Speech and Language Pathology*, 24(4):739-49

Melo, R.M., Dias, R.F., Mota, H.B., Mezzomo, C.L. Ultrasound images of the tongue prior and post speech therapy. *CEFAC*, 18(1):286-297

Silva, A.H.P (2002). As fronteiras entre fonética e fonologia e a alofonia dos róticos iniciais em PB: dados de dois informantes do sul do país. *Tese (Doutorado em Linguística)* — Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP.

Silva, A.H.P (2010). O estatuto da análise acústica nos estudos fônicos. *Caderno de Letras da UFF, Dossiê Letras e cognição*, nº 41.

Zharkova, N., Lickley, R. J., & Hardcastle, W. J. (2014). Development of lingual coarticulation and articulatory constraints between childhood and adolescence: An ultrasound study. In Fuchs, S., Grice, M., Hermes, A., Lancia, L., & Mücke, D. (Eds.), *Proceedings of the 10th International Seminar on Speech Production (ISSP)* (pp. 472–475). Cologne, Germany: ISSP.

Wiethan, F.M., Ceron, M.I., Marchetti, P., Giacchini, V., Mota, H.B (2015). The use of electroglottography, electromyography, spectrography and ultrasound in speech research - theoretical review. *CEFAC [Internet]*, 17(1): 115-125.

ARTIGO 3 – CONTORNOS MÉDIOS DE LÍNGUA NA PRODUÇÃO DE SEGMENTOS CONSONANTAIS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO EM ADULTOS FALANTES TÍPICOS

RESUMO

Esse estudo objetivou caracterizar os contornos médios de língua entre os segmentos consonantais do Português Brasileiro. Os participantes dessa pesquisa foram 30 adultos (15 do gênero feminino e 15 do masculino), com idades entre 19 e 44 anos, falantes típicos do Português Brasileiro, nascidos e/ou criados em Santa Maria/RS. Os gestos articulatórios foram capturados para um conjunto de 19 palavras, cada uma contendo uma consoante do Português Brasileiro, conforme instrumento de avaliação, pelo ultrassom Modelo DP-6600 e analisados por meio do *software Articulate Assistant Advanced*. A partir do contorno da superfície da língua, no ponto de máxima constrição, foram obtidos pontos correspondentes às 42 splines do contorno e esses dados foram analisados por meio de linguagem estatística “R”. Observaram-se as diferenças e equivalências dos contornos entre fonemas de gestos articulatórios de variabilidade média, entre consoantes bilabiais, labiodentais, alveolares, palatoalveolares e velares.

Palavras-chave: Fala; Testes de Articulação da Fala; Ultrassom; Adultos;

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da Fonoaudiologia, principalmente quanto aos distúrbios de fala, é avaliá-los de maneira direta. Sabe-se que nas diversas alterações de linguagem, a variedade de fatores relacionados aos distúrbios e ao grau de comprometimento da inteligibilidade de fala são variáveis difíceis de ser mensuradas (Francisco e Wertzner, 2017; Barreto, 2007). A análise da inteligibilidade de fala, baseada apenas em transcrições de oitavas, não oferece uma caracterização detalhada dos padrões de produção de fala (Barreto, 2007; Amorosa, von Benda, Wagner, & Keck, 1985).

A Fonoaudiologia, mais especificamente a subárea da fonologia, no intuito de melhorar a precisão dos diagnósticos, prognósticos e acompanhamentos da terapia

de fala, tem se empenhado a pesquisar a contribuição das abordagens instrumentais na avaliação de fala. Um dos métodos mais recentes é a ultrassonografia (USG) dos movimentos de língua, pelo fato de ser considerada uma técnica comprovadamente eficaz para obter a visualização dos movimentos de língua (Barberena, 2016; Stone, 2005). Os benefícios da USG vão além da avaliação instrumental; a terapia com *biofeedback* facilita os pacientes a aprenderem os sons que têm dificuldade em produzir, por meio de ajuste do plano motor (Cleland, Scobbie e Wrench, 2015).

Mesmo que o uso dessa tecnologia propicie uma interpretação mais apurada e fidedigna dos dados de fala, a USG, contudo, não deve ser entendida como um substituto aos métodos perceptivos, mas como um recurso complementar na análise dos gestos articulatorio (Melo, 2016; Barberena, 2016). Assim como as demais técnicas de imagem, a USG está passível de conter artefatos, que vão desde a movimentação da cabeça, o mau posicionamento da sonda transdutora, até o acúmulo de saliva na superfície da língua (Song et al., 2013). Desta forma, a USG exige do clínico experiência na utilização do instrumento e interpretação das imagens obtidas pelo exame, e conhecimento das teorias sobre a concepção dinâmica da fala, como a Fonologia Gestual (FonGest) (Berti, 2013; Albano, 2012; Davidson, 2005).

Avaliação ultrassonográfica de fala

Entre diversas técnicas baseadas em radiação para auxílio no diagnóstico médico e, neste caso, fonoaudiológico, a USG popularizou-se por ser a técnica mais vantajosa. Entre os benefícios, estão o baixo custo, a portabilidade, a facilidade de manuseio e a possibilidade de se conseguir imagens em tempo real, prover informações de propriedades elásticas dos tecidos e, principalmente, ser um método seguro e não invasivo, devido à sua característica de radiação não ionizante, permitindo que o paciente se submeta a essa avaliação repetidas vezes (Assef et al., 2009; Nicholson et al., 1997; Hull et al., 1996 Njeh et al., 2001).

A partir da segunda metade do século passado, as técnicas de ultrassom passaram a ser aplicadas com sucesso em diversas áreas médicas, inclusive na Fonoaudiologia. Dentre as aplicações na área, estão a determinação em tempo real da anatomia da língua e seus respectivos gestos. A USG consiste no recebimento e transmissão de ondas extremamente altas que refletem a borda de um objeto ou espaço através de uma sonda com cristais piezoelétricos (Stone, 2005). A sonda

transdutora, cuja função é transformar a energia elétrica em energia mecânica ou acústica, é posicionada abaixo do queixo, permitindo a visualização de quase toda a superfície da língua, tanto no plano sagital, como no plano coronal. Nos dois planos, a área da imagem ultrassonográfica é limitada por sombras dos ossos, sendo a ponta da língua particularmente suscetível a uma sombra da mandíbula (Cleland, Scobbie e Wrench, 2015).

Apesar de fornecer a imagem exata da anatomia da língua de cada paciente, estruturas como o palato duro não podem ser visualizadas completamente. Sendo assim, o clínico deve ter experiência para analisar corretamente as imagens ultrassonográficas. Stone (2005) elaborou um guia para orientar os clínicos a analisarem os movimentos de língua por meio da USG. Segundo o autor, existem muitas variáveis que podem interferir na análise das imagens ultrassonográficas, como propriedades do tecido, que podem atenuar ou diminuir a propagação do som. Essas propriedades referem-se aos músculos da língua, os quais refratam o som fora do eixo do feixe, no pulso original e no eco de retorno; à gordura, que pode dispersar o som e refratá-lo o suficiente para que o eco de retorno seja expressivamente atenuado. Para reduzir as más interferências de algumas variáveis, alguns autores sugerem o uso de capacete estabilizador de sonda, a deglutição de um gole de água para o traçado do palato, o monitoramento acústico da sala de avaliação (Barberena, 2016; Kochetov et al., 2013; Epstein et al., 2004). Por outro lado, existem fatores que melhoram a imagem ultrassonográfica, como a umidade, a qual aumenta a qualidade da superfície, pois ao ser revestida com saliva, a língua torna-se menos irregular, e favorece a propagação do som.

Em relação às variáveis entre os sujeitos, Stone (2005) alerta que sujeitos magros, jovens e/ou mulheres tendem a apresentar melhores imagens quando comparados a sujeitos, obesos, idosos e/ou homens. Tal afirmação é explicada porque em indivíduos magros ou mais jovens há menor refração de som, e em mulheres o posicionamento de língua parece ser diferente, bem como o tamanho de língua parece ser menor, propiciando uma melhor visualização da estrutura. Tais afirmações, no entanto, não podem ser vistas como regra, mas como um alerta para que o examinador faça um pré-teste antes da USG e veja se é possível analisar a superfície de língua com clareza.

Para a avaliação da fala, outros cuidados devem ser tomados, como a seleção dos estímulos avaliados. Diversos estudos avaliaram o desempenho de

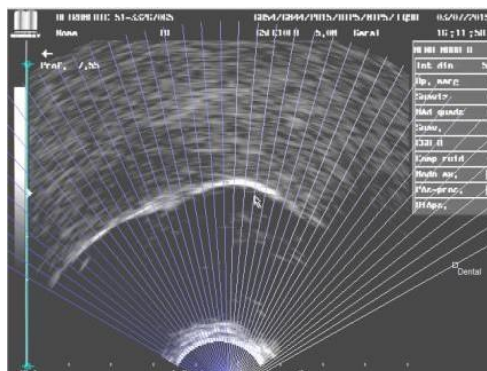
plosivas (/k/ e /g/), líquidas, (/r/, /l/, /ʎ/ e /R/) e fricativas (/s/ e /ʃ/) através do uso de palavras dissílabas e trissílabas contendo os sons-alvo. Todavia, não havia uma padronização ou um protocolo de avaliação, de como a USG deveria ser realizada e os dados obtidos. O presente estudo avaliou a fala de adultos utilizando o Protocolo de Avaliação Instrumental da Fala (PRAIN- Portaete et al., no prelo) para avaliação instrumental, contendo todos os sons do Português Brasileiro, (PB) de forma que a análise do comportamento lingual na produção de cada som pudesse ser precisa e fidedigna.

Com relação aos métodos de avaliação, também não há um consenso entre os clínicos. Estudos sugerem que a avaliação se dê por meio de plano sagital, utilizando *softwares* específicos para análise de fala, como o *University of Arizona's GLoSatron*, *Queen Margaret University College's Articulate Assistant*, *University of British Columbia's Ultrax*, *University of Toronto's Ultra-CATS* (Davidson, 2006; Bressmann, 2005). No presente estudo, foi utilizado o *software AAA*, o qual oferece um espaço para a reprodução dos estímulos avaliados, bem como a possibilidade de analisar de maneira qualitativa e quantitativa os movimentos de língua, interpretados como gestos articulatorios (Browman e Goldstein, 1992). O *software* utilizado, apesar de proporcionar algumas análises comparativas dos movimentos de língua, não possibilita a análise entre os participantes avaliados. Portanto, nesse estudo foram utilizadas diversas análises estatísticas para comprovar o comportamento de toda a extensão da língua para cada consoante do PB.

Análises ultrassonográficas

Através de uma grade radial, os pesquisadores podem medir a distância entre a origem do raio e o ponto onde cada raio intersepta a curva (Figura 1). Como explica Davidson (2006), um pesquisador pode observar a diferença do grau de constrição entre /k/ e /R/ observando a distância da origem do raio até o ponto onde os raios posteriores interseptom a curva. A hipótese, nesse caso, é de que provavelmente a distância é menor no /R/ do que no /k/, devido ao grau de magnitude na produção do /R/.

Figura 1. Imagem da língua em plano sagital contendo 42 splines. A origem do raio encontra-se no início do leque. Nota-se que nem todos os pontos interceptam a curva da língua.



Através da estabilização da sonda transdutora e de recurso estatístico, é possível padronizar todos os palatos e tamanhos de língua para comparar os movimentos de cada segmento alvo. No presente estudo, através de ferramenta estatística “R”, pode-se obter os contornos médios de língua, os intervalos de confiança, a análise de variância (ANOVA) entre cada consoante e a distribuição do desvio padrão médio.

Tais técnicas estatísticas já foram utilizadas em estudos anteriores (Barberena, 2016; Davidson, 2006; Wang et al., 2003) e mostraram-se adequadas para a comparação das formas de língua, permitindo uma comparação holística de toda a extensão da curva de língua entre vários falantes e várias consoantes.

Hipóteses e objetivos

As hipóteses iniciais eram de que fonemas de ponto e modo articulatório idênticos não teriam diferença entre si, bem como fonemas cujo articulador ativo não é a língua não apresentariam variações de gesto articulatório. O objetivo deste estudo foi verificar os dados quantitativos de natureza articulatória de todas as consoantes do PB em adultos falantes típicos.

Serão apresentadas nas próximas seções a descrição da técnica de ultrassom e a análise quantitativa dos gestos articulatórios.

MÉTODOS

Esse estudo foi realizado após ser aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob nº 1.316.911, e estar de acordo com as normas de pesquisas em seres humanos, sob resolução nº 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde.

Participantes

Participaram deste estudo trinta adultos falantes típicos do PB da região central do Rio Grande do Sul, 17 do gênero masculino e 13 do feminino, com idades entre 19 e 44¹, que possuíam as características da variante falada da região central do Rio Grande do Sul. Os participantes foram avaliados quanto à linguagem compreensiva e expressiva oral, através de conversação espontânea, estruturas e funções orofaciais (avaliadas por meio do protocolo AMIOFE), voz (avaliada por meio do protocolo CAPE-V), tipo e modo respiratórios, e limiares auditivos. Todas as avaliações deveriam estar dentro da normalidade. Os adultos que relatassem queixas quanto à fala, voz e/ou audição, usassem prótese dentária ou aparelho dentário fixo ou móvel, tivessem histórico de alterações fonéticas e/ou realizado terapia fonoaudiológica foram excluídos da pesquisa.

Avaliação Ultrassonográfica

As gravações das imagens da língua foram realizadas individualmente, com microfone unidirecional, ultrassom portátil, modelo DP 6600, com transdutor microconvexo acoplado a um computador. Os sinais de imagem foram capturados e analisados com o uso do *software Articulate Assistant Advanced (AAA)*. O programa AAA possibilita apresentar uma imagem na tela do computador correspondente à palavra que o sujeito deve produzir e possui um sinalizador audível que avisa o início da gravação e, conseqüentemente, o início da produção da fala. O registro das produções foi obtido em uma única coleta. Para garantir a confiabilidade dos dados obtidos, durante a coleta foi utilizado o estabilizador de cabeça (*Articulate Instruments Ltda.*). O leque selecionado para realização das análises foi o ângulo de 120 graus, sendo este o mais adequado para o ultrassom DP6600.

Foram analisados os instantes correspondentes (*frames*) aos segmentos consonantais, sendo escolhido aquele no qual houve a constrição máxima de língua, representando a maior aproximação ao alvo. Foi realizado um traçado sob a

superfície da língua, em corte sagital. Após as delimitações de todos os contornos da superfície da língua, cada contorno foi exportado para o recurso contido no próprio programa, denominado *Workspace*. Todas as análises das imagens foram realizadas pela pesquisadora autora deste trabalho. As médias dos contornos de língua correspondentes às produções de cada um dos participantes foram inseridas em gráficos, que demonstram os gestos articulatórios analisados.

Estímulos de fala

O *corpus* de estímulos utilizado nas gravações foi constituído por um conjunto de 19 palavras, cada uma contendo uma consoante-alvo do PB, contidas no Protocolo de Avaliação Instrumental da Fala (no prelo). As palavras contidas no PRAINP apresentam os seguintes critérios linguísticos: segmento em posição inicial da sílaba dentro da palavra, entre a vogal /a/, em palavras trissílabas e paroxítonas, conforme indicado em estudo anterior (Berti, Pagliuso e Lacava; 2009). Considerando que a forma mais fidedigna de obtenção das amostras de fala é a nomeação espontânea, foram apresentadas figuras na tela do computador para que o adulto falasse espontaneamente a palavra-alvo durante a avaliação ultrassonográfica. Solicitou-se, de cada sujeito, cinco repetições de cada palavra inserida em frase veículo “fale [palavra-alvo] de novo”.

Análise dos dados

Para realizar as análises, foram tabulados no *Excel* os pontos que interceptam as imagens dos contornos da língua na repetição de cada palavra (entre 0 e 41), considerando os pontos válidos da curva da língua aqueles correspondentes ao intervalo de 100% de confiança. Após a fase de organização dos dados nas planilhas do Excel, os mesmos foram exportados para análise pela ferramenta R (R Core Team, 2015).

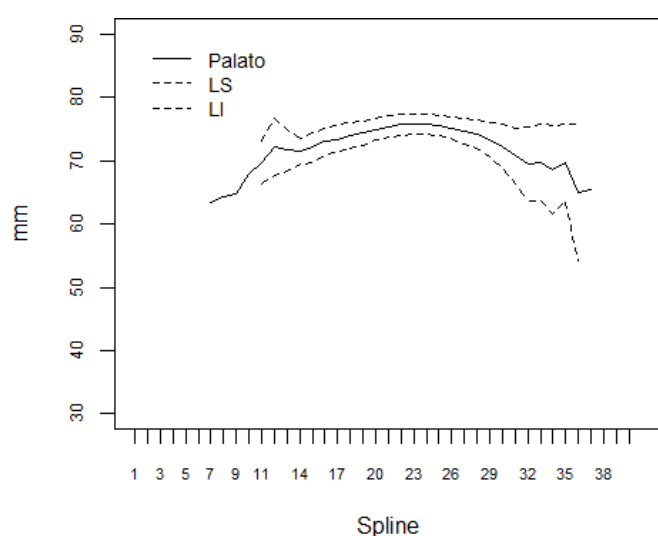
A análise quantitativa das consoantes após a obtenção de todas as informações do ultrassom iniciou computando a média das repetições por indivíduo. A seguir, foi calculado o traçado médio entre todos os participantes, bem como os respectivos desvios padrões em cada spline. Para levar em conta as duas informações entre os participantes, traçado médio e variabilidade, foi também obtido um intervalo com 95% de confiança para o valor médio no traçado em cada uma das

42 splines. O resultado do traçado dos intervalos de confiança pode ser chamado de bandas de confiança de 95% para a linha média da consoante.

Os dados obtidos também foram analisados de maneira qualitativa, através da descrição dos gestos articulatórios.

A Figura 2 ilustra o traçado médio do palato dos 30 participantes com as respectivas bandas de 95% de confiança. Nas figuras das consoantes foi mantida a marca inicial do palato nas primeiras 25 splines apenas como marcação de referência.

Figura 2. Linha média do palato com intervalos de 95% de confiança



Legenda: LS – Limite superior. LI – Limite inferior.

Da mesma forma que o teste T para duas médias independentes deve ser estendido para a técnica de análise de variância, caso o objetivo seja comparar a diferença global entre um grupo de médias conjuntamente, o presente trabalho também procurou aplicar a ANOVA para a comparação conjunta entre um grupo de consoantes. Entretanto, como o número de variáveis por consoante (splines) é muito alto, foi considerada uma redução de dimensionalidade utilizando os desvios padrões médios entre todas as splines por consoante. Essa metodologia foi aplicada então para a comparação conjunta das consoantes compondo os grupos de fonemas bilabiais, labiodentais, velares e alveolares.

Foram comparadas entre si, de maneira par, as consoantes bilabiais, labiodentais, alveolares, palatoalveolares, palatais e velares representadas conjuntamente com o teste para a diferença entre duas médias em cada spline, dando origem às bandas de 95% de confiança para a diferença entre o traçado médio das duas consoantes. Tal banda de confiança para a diferença está relacionada ao teste T para a diferença entre duas médias, sendo que o p-valor do teste é considerado significativo se for inferior a 5% ($p < 0,05$). Para cada consoante existe diferença significativa em regiões da língua onde as bandas de confiança não interceptam a linha média do valor zero, a qual representa não existência de diferença.

RESULTADOS

Os presentes resultados serão sumarizados em cinco principais observações: segmentos em que o articulador ativo não é a língua; segmentos alveolares; segmentos palatoalveolares; segmentos palatais; e, por fim, segmentos velares.

Análise comparativa entre consoantes bilabiais e labiodentais

Em primeiro lugar, com relação aos segmentos plosivos bilabiais e fricativos labiodentais, onde o articulador ativo não é a língua, observa-se uma discreta elevação na metade da curva da língua, seguida de um abaixamento no final da curva (à direita). O termo “início da curva” refere-se ao traçado mais próximo ao eixo y e o termo “final da curva” refere-se ao traçado mais distante ao eixo y. Em termos clínicos, a configuração do gesto articulatorio dessas consoantes dá-se da mesma forma para todas, não sendo possível diferenciá-las entre si. Percebe-se que durante a produção dos segmentos /p/, /b/, /f/, /v/ e /m/, o indivíduo realiza uma discreta elevação de corpo de língua em direção ao palato duro, mantendo a região de ponta de língua abaixada.

Figura 3. (a) Linhas médias do **/p/** e **/b/** com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre **/p/** e **/b/**

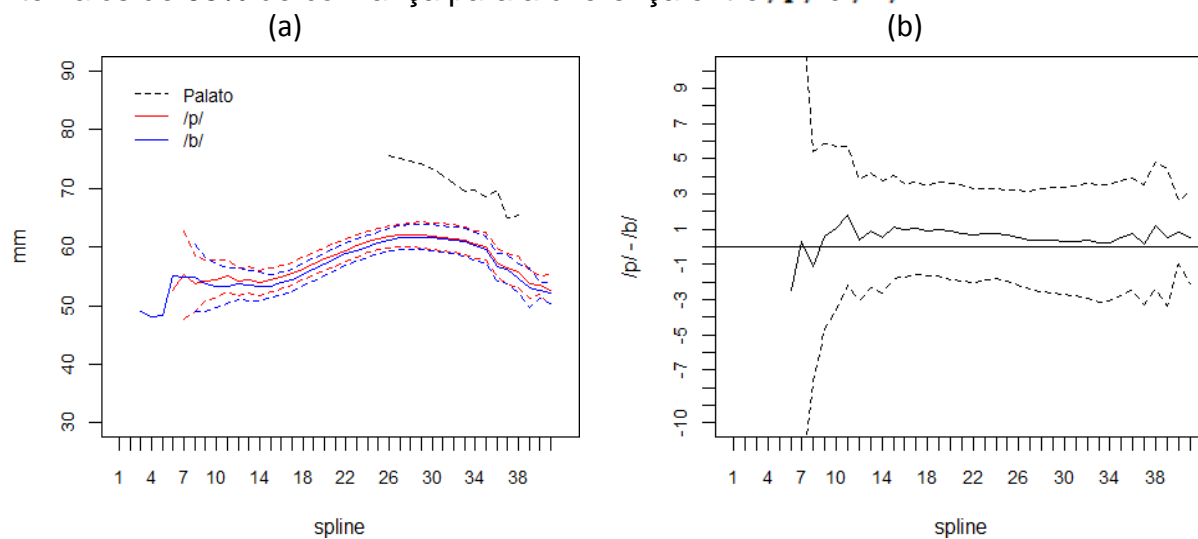


Figura 4. (a) Linhas médias do **/f/** e **/v/** com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre **/f/** e **/v/**

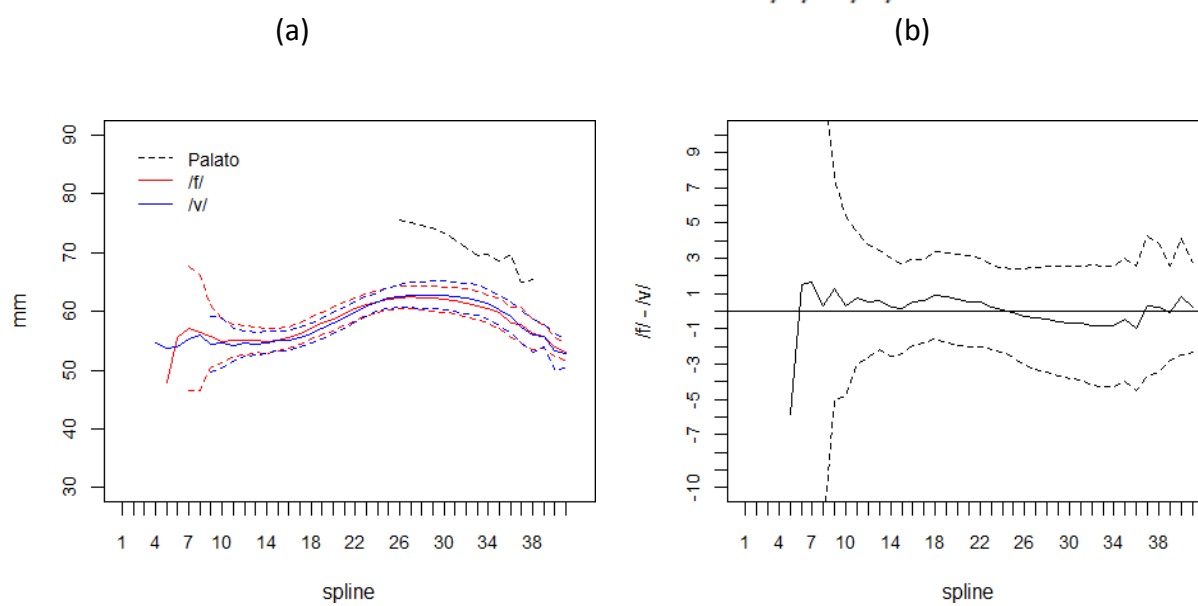


Figura 5. Linha média do /m/ com intervalos de 95% de confiança

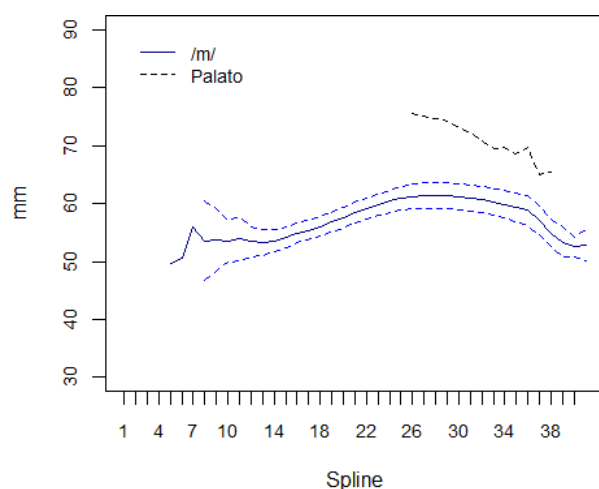
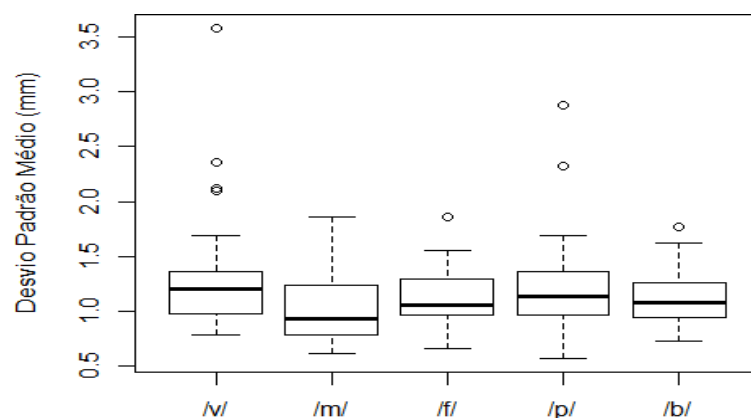


Figura 6. Distribuição dos desvios padrões médios dos fonemas bilabiais e labiodentais



Visualmente, nota-se que a distribuição com valor mediano dos desvios padrões médios mais baixo corresponde ao fonema /m/, enquanto o fonema /v/ apresenta um valor mediano mais elevado. Nota-se também a presença de alguns valores extremos (*outliers*) nas distribuições dos fonemas /v/, /f/, /p/ e /b/ (Figura 6).

Apesar dos *outliers*, a Figura 6 ainda apresenta uma relativa homogeneidade de variâncias entre os grupos (fonemas) e, somada ao elevado número amostral, não invalida a aplicação da ANOVA e as conclusões obtidas.

Tabela 1. Análise de variância para os desvios padrões médios dos fonemas bilabiais e labiodentais

Efeito	GL	SQ	QM	F	p-valor
Consoante	4	1,652	0,413	2,603	0,038
Resíduos	145	23,007	0,159		

Legenda: GL – Grau de liberdade. SQ – Soma de quadrados. QM – Quadrados Médios. F – Fator

Na Tabela 1 estão descritas as principais informações da ANOVA comparando as médias dos desvios padrões por fonema, onde pode-se verificar o elevado número de graus de liberdade do modelo (145), atestando que o ajustamento é robusto frente aos valores extremos verificados. A conclusão geral da ANOVA para o grupo de fonemas labiais é que pelo menos um dos desvios padrões médios difere significativamente dos demais ($p=0,038$).

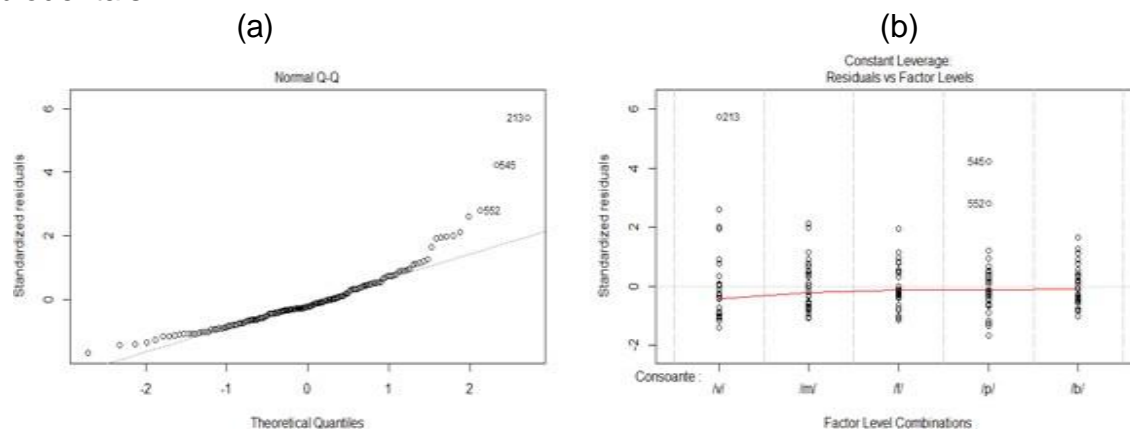
Tabela 2. Comparações múltiplas (Teste *post hoc* de Tukey) para as diferenças entre os desvios padrões médios dos fonemas bilabiais e labiodentais

Consoantes	Diferença	LI	LS	p-valor
/m/-/v/	-0,30	-0,59	-0,02	0,030
/f/-/v/	-0,23	-0,51	0,05	0,172
/p/-/v/	-0,11	-0,40	0,17	0,802
/b/-/v/	-0,21	-0,49	0,08	0,259
/f/-/m/	0,07	-0,21	0,36	0,952
/p/-/m/	0,19	-0,09	0,47	0,350
/b/-/m/	0,10	-0,19	0,38	0,885
/p/-/f/	0,12	-0,17	0,40	0,791
/b/-/f/	0,02	-0,26	0,31	1,000
<u>/b/-/p/</u>	<u>-0,09</u>	<u>-0,38</u>	<u>0,19</u>	<u>0,890</u>

A partir da análise pelo procedimento *post hoc*, foram computados os testes de comparações múltiplas de Tukey para diferenciar as médias dos desvios entre os grupos, os quais estão apresentados na Tabela 2. Os resultados das comparações múltiplas indicam que o par /m/ x /v/ é o que apresenta diferença significativa ($p=0,030$), seguido do par /f/ x /v/ com uma tendência para a diferença, contudo não significativa ($p=0,172$). Os intervalos de confiança apresentados na Tabela 2 possuem a mesma interpretação dada às bandas de confiança para a diferença entre pares de consoantes, sendo que os intervalos que não apresentam o valor de

nulidade (zero) entre os limites inferior e superior são aqueles que apresentam uma diferença significativa entre as duas médias.

Figura 7. a) Análise de ajustamento (QQ-Plot) para os desvios padrões médios dos fonemas bilabiais e labiodentais. b) Análise de homoscedasticidade (igualdade de variâncias entre grupos) para os desvios padrões médios dos fonemas bilabiais e labiodentais



A Figura 7(a) representa um gráfico de probabilidade e evidencia que as distribuições das médias repousam na linha $y=x$, significando que estão linearmente relacionadas. Isso mostra que as médias utilizadas para comparação desses segmentos são semelhantes e viáveis de serem comparadas entre si. A Figura 7(b) complementa esta análise e evidencia, através do fenômeno da homoscedasticidade que os dados regredidos nessa amostra se encontram mais homogêneos e menos dispersos em torno da reta de regressão do modelo.

Análise comparativa entre consoantes alveolares

Ao analisar os movimentos de língua das consoantes alveolares, nota-se que, com relação às plosivas /t/ e /d/, não há elevação da parte inicial ou da parte mediana da curva, apenas uma configuração mais regular, com uma respectiva elevação no final da curva (à direita). A mesma configuração de língua está presente no gesto articulatorio do segmento nasal /n/, observando uma configuração retilínea do traçado e uma discreta elevação no final da curva (à direita).

Figura 8. (a) Linhas médias do /t/ e /d/ com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /t/ e /d/

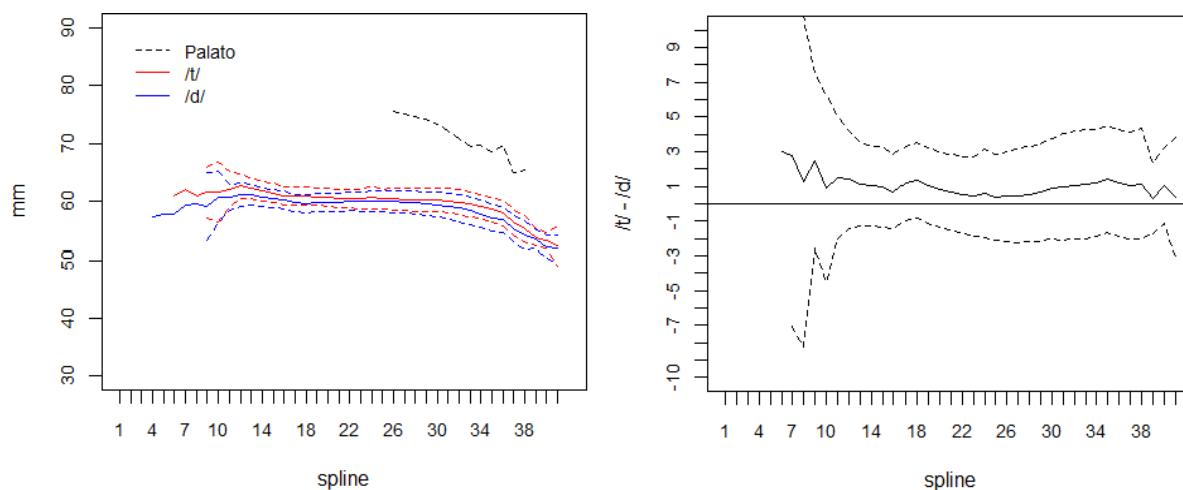
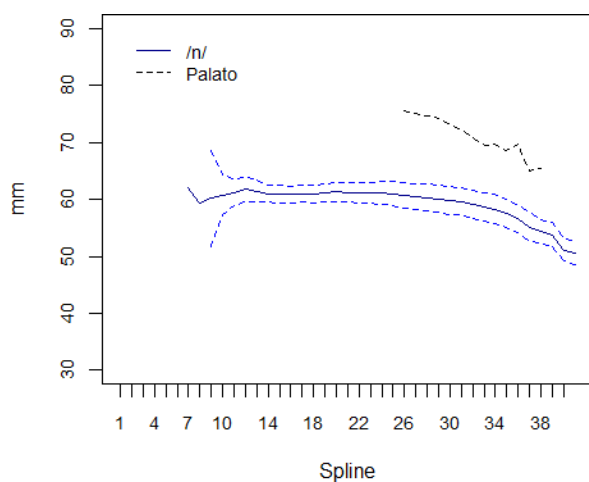


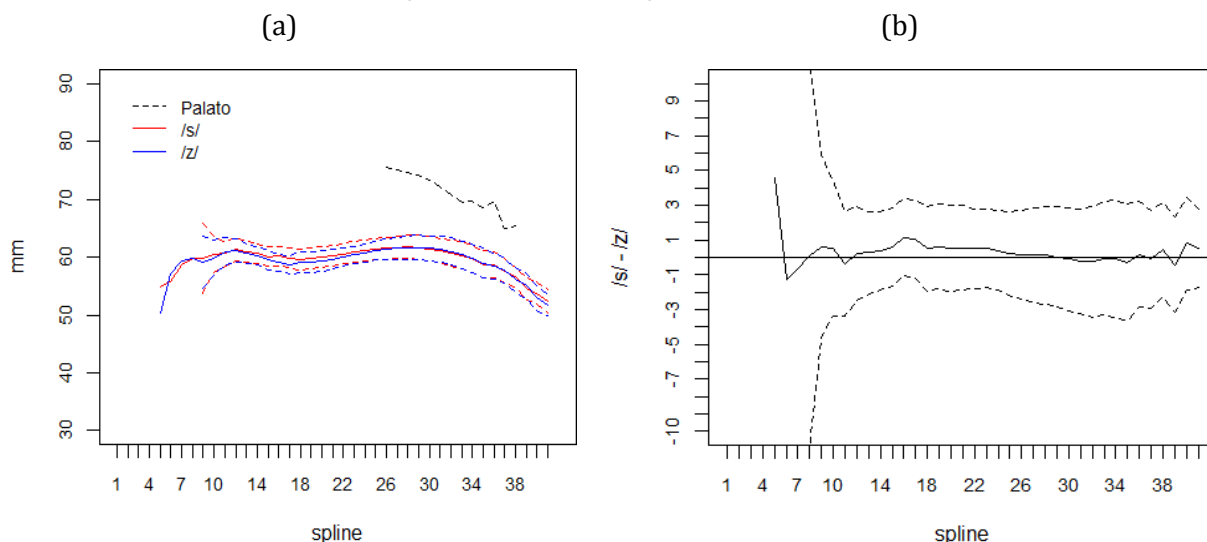
Figura 9. Linha média do /n/ com intervalos de 95% de confiança



Quanto às fricativas, a configuração de língua é discretamente diferente, observando-se que na parte inicial da curva (à esquerda), há uma contração, um abaixamento, e na parte entre o meio e o final da curva (à esquerda) há uma elevação. Isso representa, clinicamente, que os segmentos alveolares plosivos e fricativos, apesar de possuírem teoricamente o mesmo ponto articulatorio, o desenho da configuração de língua no momento da produção desses sons é diferente. Se para /t/ e /d/, tem-se um gesto regular de língua, com apenas uma discreta elevação de ponta, para /s/ e /z/ tem-se dois gestos de língua, uma contração na parte

posterior, ou seja, na região de raiz da língua, e uma elevação localizada na região entre o corpo e a ponta de língua.

Figura 10. (a) Linhas médias do /s/ e /z/ com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /s/ e /z/



As configurações de língua para as líquidas /l/ e /r/ também possuem diferenças quando comparadas às demais classes e, inclusive, entre elas. Vê-se que na configuração da curva do segmento /l/, a língua mostra-se mais distensa, enquanto no segmento /r/, mostra-se mais contraída. Além disso, a magnitude da curva do segmento /l/ é menor que no segmento /r/, onde a parte de meio e final da curva (à direita) mostra-se mais elevada em direção ao traçado do palato, além de um abaixamento na parte inicial da curva (à esquerda). Em termos clínicos, nota-se dois gestos de língua tanto na líquida /l/, quanto na língua /r/, os quais se referem a um gesto de raiz e um gesto de ponta.

Figura 11. Linha média do /l/ com intervalos de 95% de confiança

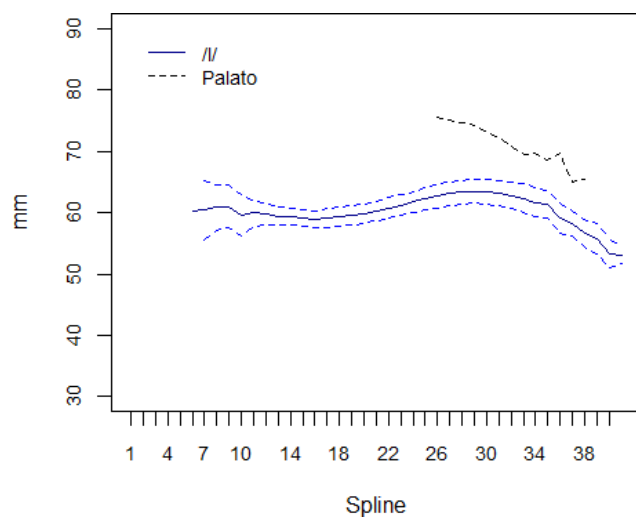


Figura 12. Linha média do /r/ com intervalos de 95% de confiança

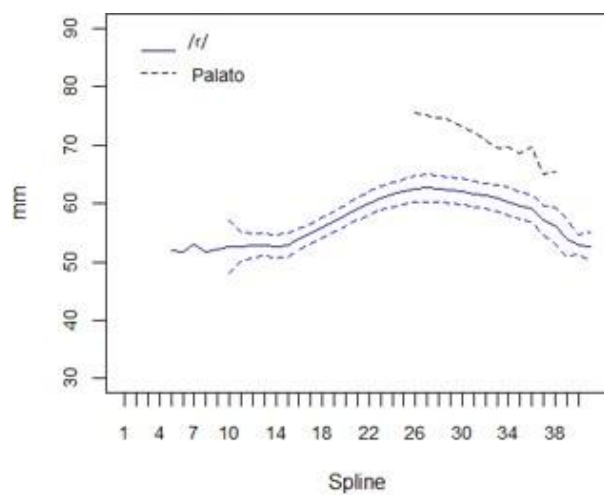
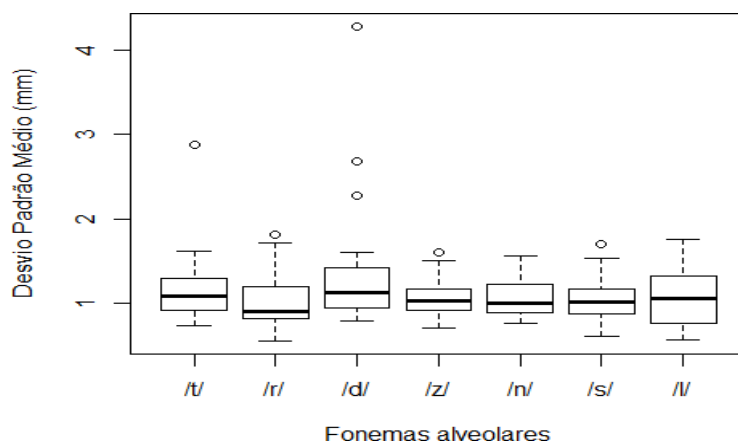


Figura 13. Distribuição dos desvios padrões médios dos fonemas alveolares



Na Figura 13 nota-se que a distribuição com valor mediano mais baixo corresponde ao fonema /r/, enquanto o fonema /d/ apresenta um valor mediano mais elevado. Nota-se também a presença de alguns valores extremos (*outliers*) nas distribuições dos fonemas /t/, /r/, /d/, /z/ e /s/.

Apesar dos *outliers*, a Figura 13 ainda apresenta uma relativa homogeneidade de variâncias entre os grupos (fonemas) e, somada ao elevado número amostral, não invalida a aplicação da ANOVA e as conclusões obtidas. Na Tabela 3, pode ser verificado o elevado número de graus de liberdade do modelo (203), atestando que o ajustamento é robusto frente aos valores extremos verificados. A conclusão geral da ANOVA para o grupo de fonemas alveolares é que pelo menos um dos desvios padrões médios difere significativamente dos demais ($p=0,053$).

Tabela 3. Análise de variância para os desvios padrões médios dos fonemas alveolares

Efeito	GL	SQ	QM	F	p-valor
Consoante	6	1,863	0,311	2,118	0,053
Resíduos	203	29,765	0,147	-	

Legenda: GL – Grau de liberdade. SQ – Soma de quadrados. QM – Quadrados Médios. F – Fator

Para a conclusão principal da ANOVA entre as médias dos desvios padrões dos fonemas alveolares, descrita na Tabela 4, foi observada um valor não significativo a 5% ($p=0,053$), contudo muito próximo a esse valor, indicando uma

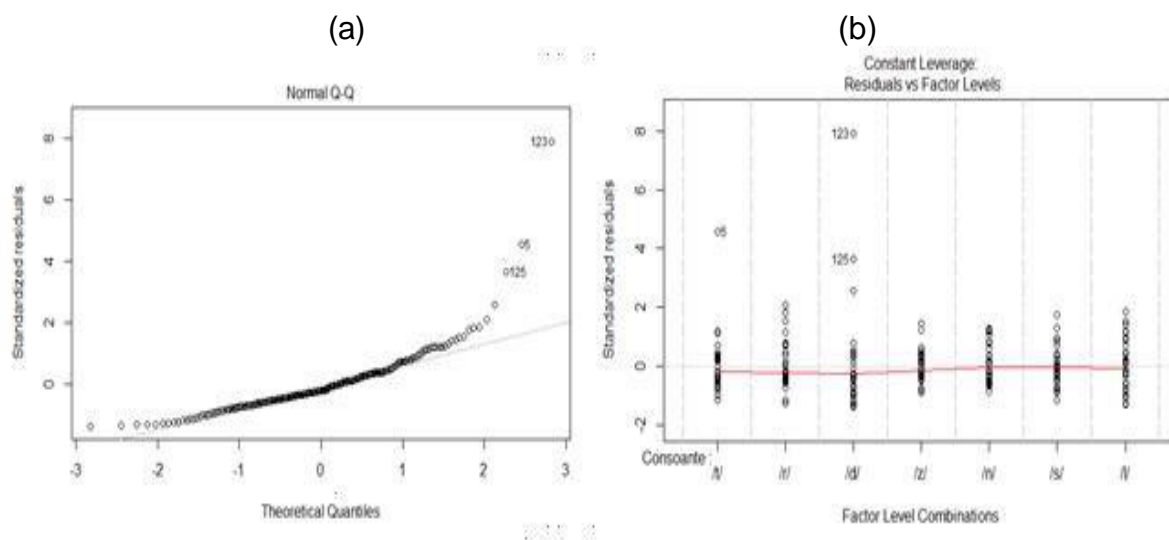
forte tendência para a diferença de pelo menos uma das médias dos desvios em relação aos demais.

Tabela 4. Comparações múltiplas (Teste *post hoc* de Tukey) para as diferenças entre os desvios padrões médios dos fonemas alveolares

Consoantes	Diferença	LI	LS	p-valor
/r/-/t/	-0,14	-0,43	0,16	0,797
/d/-/t/	0,14	-0,15	0,44	0,769
/z/-/t/	-0,12	-0,41	0,18	0,900
/n/-/t/	-0,08	-0,37	0,22	0,985
/s/-/t/	-0,13	-0,42	0,17	0,848
/l/-/t/	-0,11	-0,40	0,19	0,936
/d/-/r/	0,28	-0,01	0,58	0,068
/z/-/r/	0,02	-0,27	0,32	1,000
/n/-/r/	0,06	-0,23	0,35	0,997
/s/-/r/	0,01	-0,28	0,30	1,000
/l/-/r/	0,03	-0,26	0,33	1,000
/z/-/d/	-0,26	-0,56	0,03	0,119
/n/-/d/	-0,22	-0,52	0,07	0,268
/s/-/d/	-0,27	-0,57	0,02	0,088
/l/-/d/	-0,25	-0,54	0,04	0,154
/n/-/z/	0,04	-0,26	0,33	1,000
/s/-/z/	-0,01	-0,31	0,28	1,000
/l/-/z/	0,01	-0,28	0,31	1,000
/s/-/n/	-0,05	-0,34	0,24	0,999
/l/-/n/	-0,03	-0,32	0,27	1,000
<u>/l/-/s/</u>	<u>0,02</u>	<u>-0,27</u>	<u>0,32</u>	<u>1,000</u>

Analisando os testes de comparações múltiplas de Tukey na Tabela 4, os pares que apresentaram níveis exatos de significância mais próximos de 0,05 são /d/ x /r/ (p = 0,068), /s/ x /d/ (p = 0,088), /z/ x /d/ (p = 0,119) e /l/ x /d/ (p = 0,154). Apesar de nenhum desses pares apresentar diferença altamente significativa, esses pares são os que mais contribuíram para a tendência quanto a diferença nos valores médios dos desvios padrões para os fonemas alveolares.

Figura 14. a) Análise de ajustamento (QQ-Plot) para os desvios padrões médios dos fonemas alveolares b) Análise de homoscedasticidade (igualdade de variâncias entre grupos) para os desvios padrões médios dos fonemas alveolares

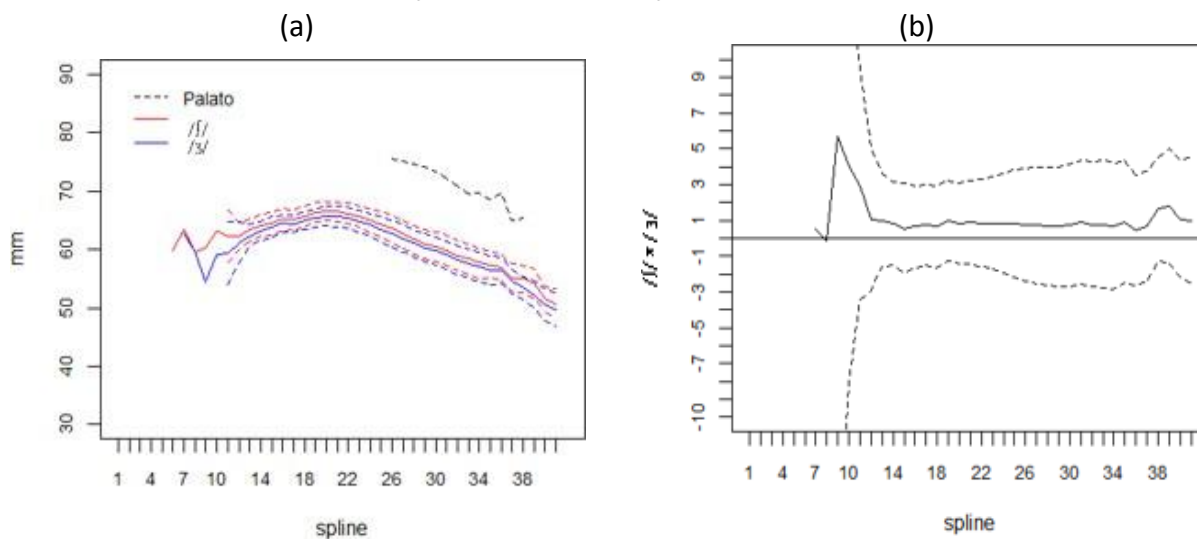


A distribuição de alguns dos fonemas apresenta valores discrepantes, conforme pode ser visto na Figura 13. Conforme destacado na Figura 14a, os dados tendem à falta de normalidade nas caudas da distribuição dos resíduos ajustados pelo modelo, bem como pode ser visto na Figura 14b quanto à hipótese de homoscedasticidade, a qual é levemente afetada pelos valores extremos observados

Análise comparativa entre consoantes palatoalveolares

Em terceiro lugar, ao analisar os segmentos palatoalveolares / η / e / ζ /, observa-se um compartimento de posteriorização da curva, com uma elevação da parte inicial da curva (à esquerda) e da parte final da curva. Isso representa que os segmentos / η / e / ζ /, no seu momento de máxima constrição, são anteriorizados, e possuem um gesto de retração de língua, com elevação do corpo da língua em direção ao palato duro, e uma mínima elevação de ponta de língua em direção aos alvéolos.

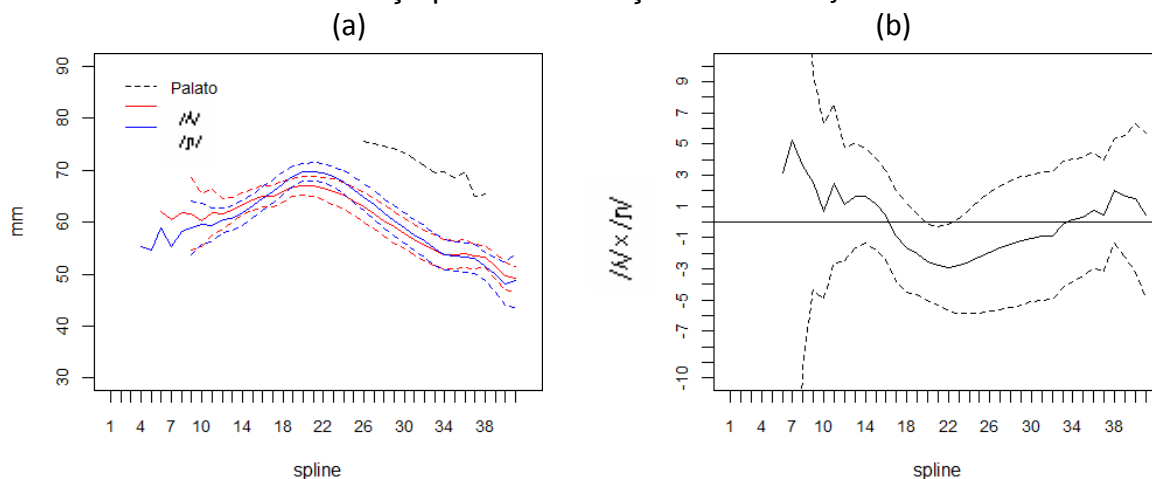
Figura 15. (a) Linhas médias do /ɲ/ e /ʎ/ com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /ɲ/ e /ʎ/



Análise comparativa entre consoantes palatais

Em quarto lugar, as configurações de a curva dos segmentos palatais /ɲ/ e /ʎ/ assemelham-se em dois gestos: há uma elevação na metade posterior da curva (à esquerda) em ambos segmentos, bem como uma notável elevação na parte anterior da curva (à direita). A diferença dos segmentos, contudo, está na magnitude dos gestos. A fins de descrição, percebe-se que o gesto articulatório de corpo de língua no /ɲ/ tem uma magnitude reduzida quando comparado ao /ʎ/. Enquanto o /ɲ/ possui um gesto de elevação de corpo de língua de grau médio em direção ao palato duro, /ʎ/ possui um gesto de grau fechado, em direção ao palato duro.

Figura 16. (a) Linhas médias do /N/ e /ɲ/ com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /N/ e /ɲ/



Análise comparativa entre consoantes velares

Observa-se na Figura 17a a presença de uma elevação na parte mediana da curva em direção ao palato nos fonemas /k/ e /g/. Na Figura 17b, observa-se a semelhança do comportamento articulatorio de tais fonemas.

Figura 17. (a) Linhas médias do /k/ e /g/ com intervalos de 95% de confiança e (b) intervalos de 95% de confiança para a diferença entre /k/ e /g/

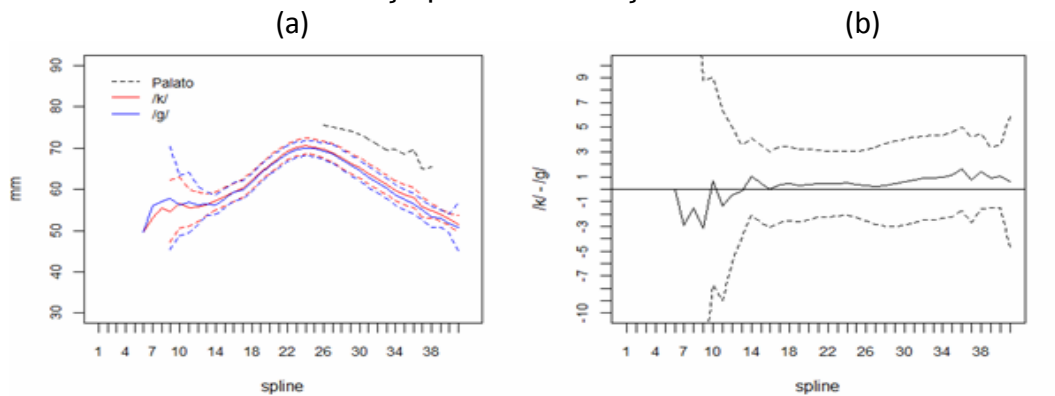


Figura 18. Linha média do /R/ com intervalos de 95% de confiança

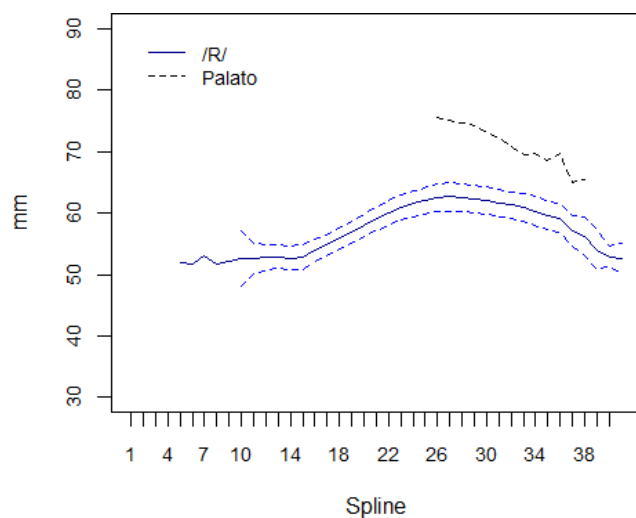
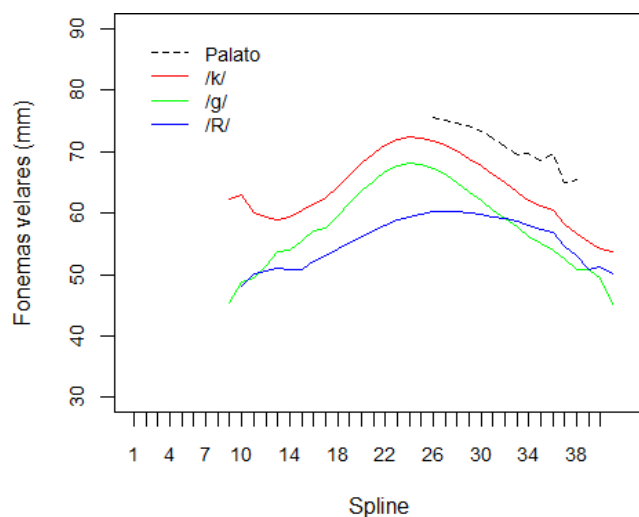
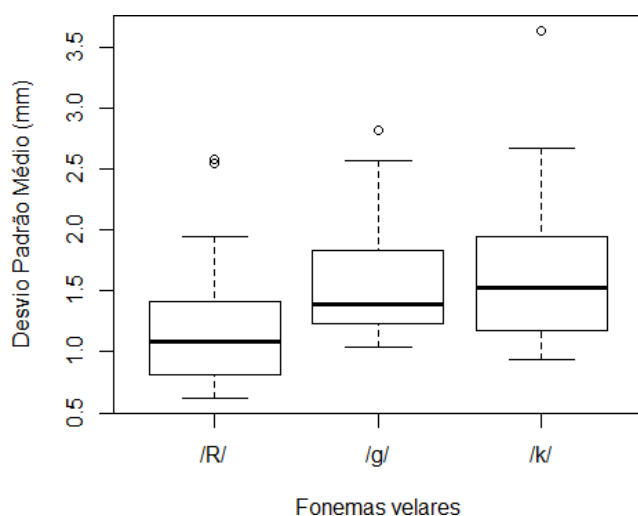


Figura 19. Linhas médias das consoantes velares com intervalos de 95% de confiança



A configuração dos três traçados, verificada na Figura 19, mostra uma elevação na parte mediana da curva em direção ao traçado do palato, evidenciando a diferença de magnitude da curva das consoantes, pois em /k/ e /g/ mostra-se muito maior do que em /R/. Em termos clínicos, isso representa que o grau de constrição de /k/ e /g/ é fechado em relação ao palato, enquanto o grau de constrição de /R/ é médio.

Figura 20. Distribuição dos desvios padrões médios dos fonemas velares



A Figura 20 mostra a distribuição dos desvios padrões médios das 42 splines, destacando apenas um valor discrepante em cada distribuição, sendo que visualmente o /R/ tem uma distribuição dos desvios menor que as demais.

Tabela 5. Análise de variância para os desvios padrões médios dos fonemas velares

Efeito	GL	SQ	QM	F	p-valor
Consoante	2	3,773	1,886	6,970	0,002
Resíduos	87	23,546	0,271	-	

Legenda: GL – Grau de liberdade. SQ – Soma de quadrados. QM – Quadrados Médios. F – Fator

A conclusão obtida pela ANOVA está na Tabela 5, indicando que existe pelo menos um fonema que possui desvio padrão médio distinto ($p = 0,002$) dos demais.

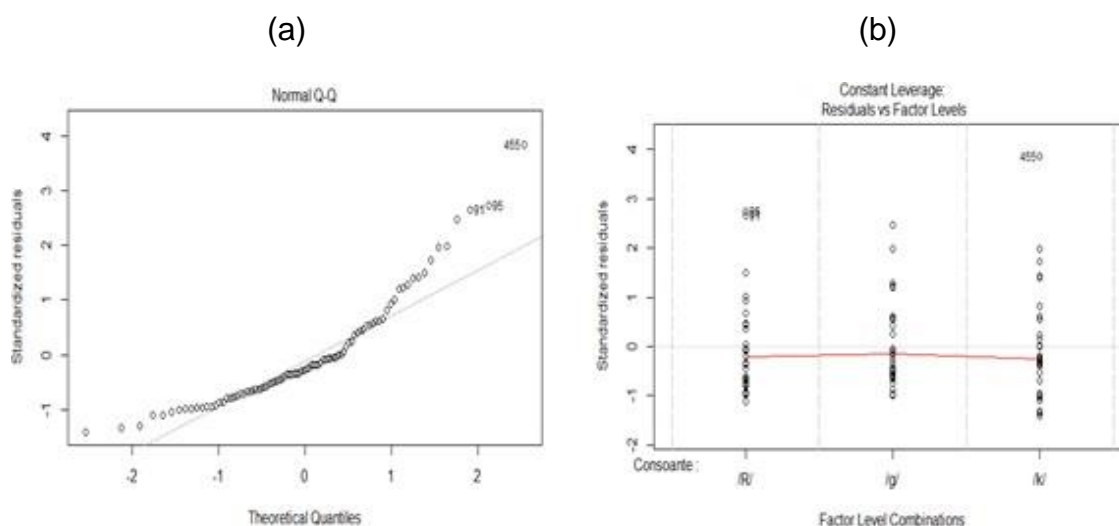
Tabela 6. Comparações múltiplas (Teste *post hoc* de Tukey) para as diferenças entre os desvios padrões médios dos fonemas velares

Consoantes	Diferença	LI	LS	p-valor
/g/-/R/	0,37	0,05	0,69	0,020
/k/-/R/	0,48	0,16	0,80	0,002
/k/-/g/	0,11	-0,21	0,43	0,686

Legenda: LI – Limite inferior. LS – Limite superior.

Prosseguindo para os testes *post hoc* de Tukey na Tabela 6, pode-se concluir que o fonema /R/ difere significativamente tanto do fonema /k/ ($p = 0,002$) quanto do fonema /g/ ($p=0,020$), não havendo diferença significativa entre /k/ e /g/ ($p=0,686$).

Figura 21. a) Análise de ajustamento (QQ-Plot) para os desvios padrões médios dos fonemas velares b) Análise de homoscedasticidade (igualdade de variâncias entre grupos) para os desvios padrões médios dos fonemas velares



A análise de normalidade dos dados para o modelo ilustrada na Figura 20a evidencia também a existência de *outliers* devido às caudas da distribuição dos resíduos fugir da linha central na análise quantil-quantil. A homoscedasticidade dos grupos também não é fortemente afetada, conforme pode-se notar na Figura 20b, apesar dos valores extremos observados.

DISCUSSÃO

A ultrassonografia e os modelos dinâmicos permitiram a interpretação dos gestos articulatórios como uma unidade de ação e representação da fala, em relação ao espaço e em tempo real. Este estudo mostrou que os sons da fala são melhores explicados do ponto de vista instrumental interpretados por um modelo dinâmico de produção da fala, pois sons que antes eram considerados de “ponto articulatório” idêntico, do ponto de vista dinâmico podem mostrar gestos articulatórios diferentes, a exemplo de /d/ e //.

A hipótese inicial de que os pares das consoantes /p/ x /b/, /t/ x /d/, /k/ x /g/, /f/ x /v/, /s/ x /z/ x /ʃ/ x /ʒ/ não mostrariam diferença de valores entre si foi confirmada. O mesmo foi confirmado para consoantes cujo articulador ativo não é a língua, no caso dos fonemas bilabiais e labiodentais (/p/ x /b/ x /m/ x /f/ x /v/). Nesse grupo, exemplificado na Figura 9, mostra que os fonemas que mais diferem-se entre si são /m/ e /v/.

Quanto aos fonemas velares, a hipótese de que haveria possivelmente um mesmo desenho de gesto articulatório, com redução de magnitude, foi confirmada através das Figuras 17 e 18. Percebe-se nesse caso que /k/ e /g/ são idênticos entre si, mas diferem do fonema /R/. Isso explica-se porque o grau de constrição de /R/ é inferior e não causa um “fechamento” no palato, ao contrário de /k/ e /g/ que possuem um grau de constrição maior (Silva, 2002).

Os fonemas alveolares, entretanto, diferem-se quanto ao modo de articulação, mas sem diferenças estatisticamente significativas. A caracterização quantitativa desses gestos não pareceu sensível para diferenciá-los entre si. Contudo, as consoantes que mais apresentaram diferença entre si foram: /d/ e /s/, /d/ e /z/, /d/ e /l/, e /d/ e /r/. Esperava-se que a análise estatística fornecesse dados mais significativos a respeito do comportamento de tais consoantes, (Barberena, 2016; Berti, 2013), mas variáveis como o tamanho da amostra, e magnitude do gesto de cada sujeito, podem ter interferido no resultado. O fonema /d/ difere-se das demais consoantes, exceto o /t/, por razões anteriormente já descritas, possivelmente por conta da extrema diferença entre o modo de articulação das plosivas, onde se insere a consoante /d/, e fricativas, no caso /s/ e /z/, e líquidas /l/ e /r/. Tem-se na consoante /d/ maior pressão intra-oral, ao contrário das demais classes, um tempo de duração menor, e um gesto mais anteriorizado em comparação com as demais consoantes.

Tais dados mostram os benefícios de avaliar quantitativamente os gestos de língua, mas também apontam para a importância de uma análise qualitativa dos gestos de língua.

A Fonologia tem se especializado em atribuir aos estudos da língua um caráter mais instrumental, objetivo, ao mesmo tempo em que propõe um tratamento equivalente para a Fonologia e Fonética. Graças à Fonologia Gestual (Albano, 2012) a análise descritiva de língua pode ser realizada de maneira padronizada, considerando as particularidades de cada segmento, assim como de cada sujeito.

A presente pesquisa obteve sucesso em caracterizar quantitativamente os movimentos de língua na produção de cada consoante. Nesse estudo foram propostas diversas técnicas estatísticas para estudo e comparação das consoantes. Algumas hipóteses foram confirmadas, porém outras não foram evidenciadas através da análise estatística.

As análises de contornos médios de língua, intervalos de confiança e ANOVA foram as mais promissoras para a interpretação dos dados por parte dos pesquisadores. Através dessas técnicas, os contornos da língua no momento real da avaliação, bem como os gestos de interesse puderam ser avaliados.

CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo foi investigar os dados quantitativos de natureza articulatória de todas as consoantes diante da produção de 19 palavras, em adultos falantes típicos do PB, observando o comportamento articulatório de consoantes de pontos articulatórios idênticos.

Como este estudo não teve o objetivo de comparar segmentos de diferentes classes, e apenas descrever cada um, não foi testada a diferença de todos os segmentos consonantais do PB entre si.

Desse modo, as seguintes medidas estatísticas foram estabelecidas: Linhas médias e Intervalos de Confiança (IC) de 95%; distribuição dos Desvios Padrões médios; ANOVA; procedimento *Post hoc* e testes de comparações múltiplas de Tukey.

Para verificar o comportamento da língua durante a fala, a melhor medida foi a de Linhas médias e ICs. Os ICs também mostraram diferenças quanto à região da língua (ponta, corpo ou raiz) em segmentos de mesma classe fonêmica, e a ANOVA, por sua vez, confirmou essa semelhança ou diferença entre tais segmentos.

Foi possível perceber nesse estudo que entre os segmentos bilabiais e labiodentais, não houve diferença estatisticamente significativa nos contornos médios de língua, apenas uma tendência à diferenciação em /m/ x /v/. Nos segmentos velares /k/, /g/ e /R/, os segmentos plosivos mostraram uma magnitude maior de movimento em relação à consoante /R/. Entre os fonemas alveolares não houve diferença estatisticamente significativa, no entanto, /d/ foi o fonema que mais se diferenciou dos demais, mostrando que as plosivas diferem mais das outras classes fonêmicas.

Futuros estudos virão a ser beneficiados através dessas análises, aprimorando a análise estatística quantitativa a fim de elaborar meios de interpretação numérica das informações ultrassonográficas.

REFERÊNCIAS

- Albano, E.C (2012). *Revista da ABRALIN*, Número especial 2 (Org.).
- Amorosa, H., von Benda, U., Wagner, E., Keck, A (1985). Transcribing phonetic detail in the speech of unintelligible children: a comparison of procedures. *British Journal of Disorders of Communication*, 20(3):281-7
- Articulate Instruments Ltd. (2012). *Articulate assistant advanced ultrasound module user guide: Version 2.14*. Edinburgh, Scotland: Articulate Instruments Ltd.
- Barberena, L.S (2016). Caracterização de aspectos da produção articulatória do /r/ tap por análise instrumental e resultados de intervenção. 2016. 248 f. *Tese (Doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana)* — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Barreto, S.S., Ortiz, K.Z (2008). Medidas de inteligibilidade nos distúrbios da fala: revisão crítica da literatura. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 20(3):201-6.
- Berti, L. C., Pagliuso, A., Lacava, F (2009). Instrumento de avaliação de fala para análise acústica (IAFAC) baseado em critérios linguísticos. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 14(3): 305-319.
- Berti, L.C (2013). Investigação ultrassonográfica dos erros de fala infantil a luz da Fonologia Gestual. In: Ferreira-Gonçalves, G.; Brum-de-Paula, M.R. *Dinâmica dos Movimentos Articulatórios: sons, gestos e imagens*. Pelotas: UFPel, 2013.
- Bressmann, T., Thind, P., Uy, C., Gilbert, R., and Irish, J. (2005). Quantitative three-dimensional ultrasound analysis of tongue protrusion grooving and symmetry: Data from 12 normal speakers and a partial glossectomee. *Clin. Linguist. Phonetics* 19(6/7): 573-588.
- Browman, C., Goldstein, L (1989). Articulatory gestures as phonological units, *in Phonology Yearbook*, 6: 201-251, 1989.
- Cleland, C., Scobbie, J.M., Wrench, A.A (2015). Using ultrasound visual *biofeedback* to treat persistent primary speech sound disorders. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 29(8): 575-597.
- Davidson, L. (2006). Comparing tongue shapes from ultrasound imaging using smoothing spline analysis of variance. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 120(1), 407–415.
- Epstein, M.A., Stone, M (2005). The tongue stops here: ultrasound imaging of the palate (L). *Journal of Acoustic Society of America*, 118(4):2128-31.

Francisco, D.T., Wertzner, H.F (2017). 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. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 31(5): 375- 390

Kochetov, A., Pouplier, M., Truong, S (2013). A preliminary ultrasound study of Nepali lingual articulations. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 133(5):3612.

Melo, R.M., Dias, R.F., Mota, H.B., Mezzomo, C.L (2016). Ultrasound images of the tongue prior and post speech therapy. *CEFAC*, 18(1):286-297

Silva, A.H.P (2002). As fronteiras entre fonética e fonologia e a alofonia dos róticos iniciais em PB: dados de dois informantes do sul do país. *Tese (Doutorado em Linguística)* — Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP.

Song, J.Y., Demuth, K., Stefanie, S., Ménard, L (2013). The effects of coarticulation and morphological complexity on the production of English coda clusters: Acoustic and articulatory evidence from 2-year-olds and adults using ultrasound. *Journal of Phonetics*, 41:281-295.

Stone, M (2005). A guide to analyzing tongue motion from ultrasound images. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 19:455-501.

Wang, Y.T., Kent, R.D., Duffy, J.R., Thomas, J.E (2005). Dysarthria associated with traumatic brain injury: speaking rate and emphatic stress. *Journal of Communication Disorders*, 38(3):231-60.

5 DISCUSSÃO

Avaliações instrumentais, como a USG, revelam estados gradientes na produção da fala, os quais podem ser interpretados na maioria dos casos pela Fonologia Articulatória (FAR) (BROWMAN e GOLDSTEIN, 1992; BALL e KENT, 1997; SCOBIE, 1998; ALBANO, 2001; KENT e READ, 2002; GOLDSTEIN, BYRD e SALTZMAN, 2006) ou Fonologia Gestual (FonGest) (ALBANO, 2012). Através da abordagem da FonGest, torna-se possível apreender os contrastes encobertos, a presença ou ausência de determinadas propriedades.

Os modelos fonológicos dinâmicos surgiram porque os modelos tradicionais, interpretando o sistema fonológico através de categorias estáticas, já não conseguiam representar a diferença entre articuladores de ponto articulatório idêntico (Browman e Goldstein, 1986). Porém, isso promove um contraponto, haja visto que a fala é uma tarefa dinâmica. Portanto, faz-se necessário estudar os modelos dinâmicos de produção da fala e seus benefícios na realização de diagnósticos, prognósticos, bem como reabilitação de indivíduos que apresentam distúrbios da comunicação.

Os modelos dinâmicos procuram questionar a dissociação entre fonética e a fonologia e interpretar fenômenos na fala, como a discriminação de gestos de mesmo ponto ou modo articulatório, por exemplo, que podem ser esclarecidos por avaliações instrumentais, como a nasometria e a USG dos movimentos de língua. Ademais, através das avaliações instrumentais e na perspectiva da FonGest, é possível abordar aspectos importantes sobre a produção motora da fala. De acordo com Green, Moore e Reilly (2002), para produzir uma sequência de sons, é necessária habilidade para acionar o trato vocal e ordenar os movimentos dos músculos em sequência. Sendo assim, caracterizar todas as consoantes do PB através de avaliações instrumentais como a nasometria e a USG é de grande valia para a clínica e pesquisa fonoaudiológica.

A partir dos resultados apontados na avaliação nasométrica, pode-se perceber que adultos falantes típicos marcam em sua fala uma distinção bastante clara entre fonemas orais e nasais, através de valores mais baixos de nasalância para fonemas orais, e valores mais altos para fonemas nasais. Contudo, a presente pesquisa também apontou para valores mais altos de nasalidade em fonemas sonoros, como /b/, /d/ e /g/, quando comparados aos demais fonemas orais. De

modo geral, deve-se afirmar que existem classificações gradientes entre fonemas nasais e fonemas orais: fonemas oronasais.

Essa afirmação modifica a interpretação clínica da fala, pois evidencia a importância de avaliar os índices de nasalância através da reprodução de textos adequados. Essa ressalva estende-se para a terapia de casos com Disfunção Velofaríngea, pois concebendo os estados gradientes de nasalância entre os fonemas, é possível realizar exercícios articulatórios adequados para melhorarem a nasalidade, pressão intra-oral e direcionamento de fluxo aéreo.

A caracterização articulatória na fala de indivíduos com fala típica pode fornecer dados para melhor compreensão dos níveis de produção da fala, nesse estudo o nível velofaríngeo e articulatório.

A USG é considerada acessível, segura, não invasiva, e bastante eficaz na tomada de diagnósticos na área da fala, e como ferramenta de *biofeedback* visual na terapia de fala. Tanto para o diagnóstico, quanto para a terapia, a interpretação dos gestos articulatórios deve ser feita à luz de modelos dinâmicos. Na presente pesquisa, a USG possibilitou avaliar todos os segmentos consonantais do PB, captando os gestos articulatórios da fala típica, revelando características jamais captadas pela análise perceptivoauditiva.

Embora a USG seja de grande valia para o clínico, é importante evidenciar que a mesma não deve ser considerada como um método substitutivo às avaliações perceptivas, e sim como um método de apoio na análise do comportamento da língua na produção da fala.

Nesse estudo, tanto a avaliação qualitativa, quanto a avaliação quantitativa possibilitaram a análise do gesto articulatório em cada consoante do PB. Contudo, a análise qualitativa, por meio de pautas gestuais, evidenciou maiores diferenças entre as características de cada consoante.

Os participantes, apesar de não necessitarem de terapia fonoaudiológica, tiveram um benefício indireto com a presente pesquisa, pois o uso dessa tecnologia na caracterização da fala típica pode ser extremamente útil em futuros estudos caracterizando a fala atípica.

6 CONCLUSÃO

Com base na avaliação nasométrica, os valores de nasalância das consoantes do PB produzidas por adultos falantes típicos demonstraram variação quanto aos estímulos investigados. Pode-se concluir que:

- 1) Os valores de nasalância para segmentos nasais e segmentos orais plosivos vozeados são mais altos quando comparados aos segmentos orais não vozeados e líquidas.
- 2) O aumento da nasalância em fonemas orais plosivos vozeados sugerem comportamento de MVF diferente dos fonemas orais não vozeados.
- 3) Além da classificação de fonemas nasais e fonemas orais, sugere-se acrescentar a classificação oronasal para plosivas vozeadas.

Quanto à avaliação ultrassonográfica qualitativa, pode-se concluir que:

- 1) Com relação à classe de plosivas, as imagens dos adultos mostraram um discreto gesto de corpo de língua em direção ao palato duro. Essa mesma configuração de língua dos segmentos /p/ e /b/ repetiu-se nos segmentos fricativos /f/, /v/ e nasal /m/.
- 2) Os segmentos linguodentais /t/, /d/ e /n/ confundem-se nas capturas dos *frames* de língua, pois apresentam um único gesto, fechado, de ponta de língua em direção ao alvéolo.
- 3) Com relação aos segmentos fricativos alveolares /s/ e /z/, existem dois gestos articulatórios simultâneos: um de ponta de língua, crítico, em direção ao alvéolo, e um de corpo de língua, médio, em direção ao palato duro.
- 4) Os segmentos /k/, /g/ e /ŋ/ possuem discreta semelhança. Os primeiros, definidos como plosivas velares, apresentam um único gesto de corpo de língua, fechado, em direção ao final do palato duro. O segmento nasal /ŋ/, por sua vez, apresenta o mesmo gesto de língua, mas já em direção ao palato mole.
- 5) Os segmentos /ʃ/ e /ʒ/ são os fonemas com mais gestos articulatórios. Há que se considerar que todos os gestos presentes em /ʃ/ e /ʒ/ convergem para uma mesma direção e são caracterizados com o mesmo grau, como se um gesto servisse de base motora para a realização do outro gesto. Percebe-se na visualização dos *frames* correspondentes a tais segmentos a presença de um gesto

de ponta de língua em direção ao alvéolo, de grau crítico, um gesto de corpo de língua em direção ao palato duro, de grau crítico, e um gesto de raiz de língua em direção à faringe.

6) Por fim, as líquidas mostraram ser diferentes entre si em muitos aspectos. Na visualização da produção da líquida //, percebe-se um movimento acentuado, de grau fechado, em direção ao alvéolo. A líquida /r/ mostra-se diferente: há tanto um gesto de ponta de língua, de grau fechado, quanto um movimento discreto de raiz de língua, em direção à faringe, de grau médio. A líquida /R/, assim como o *tap*, apresenta um gesto de raiz de língua, de grau médio, mas também apresenta um gesto de corpo de língua, de grau médio, em direção ao palato. A líquida // entretanto, mesmo não sendo considerada o segmento mais complexo do PB, é a que possui mais gestos dentro dessa classe.

7) A diferença de complexidade entre /r/ e // está na simultaneidade dos gestos. Enquanto a primeira possui gestos antagônicos e simultâneos de raiz e ponta de língua, a segunda possui gestos equivalentes e assíncronos, ocorrendo em primeira instância um gesto de ponta de língua em direção ao alvéolo, de grau fechado, e em seguida um gesto de corpo de língua em direção ao palato duro, também de grau fechado. Há também um gesto de raiz de língua, de grau médio, presente em toda a produção do segmento //, que, acredita-se, serve para dar base para a execução dos outros gestos articulatórios.

Com relação à análise ultrassonográfica quantitativa, pode-se concluir que:

1) Entre os segmentos bilabiais e labiodentais, não houve diferença estatisticamente significativa nos contornos médios de língua.

2) Nos segmentos velares /k/, /g/ e /R/, os segmentos plosivos se diferenciaram apenas em relação ao /R/, mostrando uma magnitude menor de movimento na execução da consoante /R/.

3) Quanto aos fonemas alveolares, não houve diferença estatisticamente significativa entre os mesmos. No entanto, /d/ foi o fonema que mais diferenciou-se dos demais, com exceção de /t/ e /n/.

REFERÊNCIAS

1. Albano EC. **O gesto e suas bordas: esboço de fonologia acústico-articulatória do português brasileiro**. Campinas, SP. Editora Mercado de letras, 2001.
2. Andrade CRF, Dantas MORL. **Produção de fala – aspectos neuromotores**. *Distúrbios da Comunicação*, São Paulo, 17(3): 411-413, dezembro, 2005.
3. Araújo GA et al. **Algumas observações sobre as proparoxítonas e o sistema acentual do português**. In: ARAÚJO, G. (Org.). *O acento em português: abordagens fonológicas*. São Paulo: Parábola; 2007.
4. Bacsfalvi P, Bernhardt BM. **Long-term outcomes of speech therapy for seven adolescents with visual feedback technologies: ultrasound and electropalatography**. *Clin Linguist Phon*. 2011;25(11-12):1034-43.
5. Bain C, Ferguson A, Mathisen B. **Effectiveness of the speech enhancer on intelligibility: a case study**. *J Med Speech-Lang Pathol*. 2005;13(2):85-95.
6. Baken RJ. *Clinical measurements of speech and voice*. Boston: College-Hill. 1987.
7. Ball MJ, Kent RD. **The New phonologies. Developments in clinical Linguistics**. Wisconsin, Singular publishing Ltd, 1997.
8. Ballard KJ, Granier JP, Robin DA. 2000. **Understanding the nature of apraxia of speech: theory, analysis and treatment**. *Aphasiology*. 14:969– 995.
9. Barberena LS, Keske-Soares M, Berti LC. **Descrição dos gestos articulatorios envolvidos na produção dos sons /r/ e //**. *Audiol. Commun. Res*. 2014;19(4).
10. Barberena, L.S. **Caracterização de aspectos da produção articulatória do /r/ tap por análise instrumental e resultados de intervenção**. 2016. 248 f. *Tese (Doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana)* — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
11. Barreto SS, Ortiz KZ. **Medidas de inteligibilidade nos distúrbios da fala: revisão crítica da literatura**. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2008;20(3):201-6.
12. Basilakos A, Smith KG, Fillmore P, Fridriksson J, Fedorenko R. **Functional Characterization of the Human Speech Articulation Network**. *Cereb Cortex*, 2017, p. 1-15.

13. Behlau, M. Consensus Auditory – Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V), ASHA 2003. Refletindo sobre o novo/Nex reflexions. Rev SBFa, 2004; 9(3): 187-9.
14. Bernhardt BM, Bacsfalvi P, Adler-Bock M, Shimizu R, Cheney A, Giesbrecht N et al. **Ultrasound as visual feedback in speech habilitation: Exploring consultative use in rural British Columbia, Canada.** Clinical Linguistics & Phonetics. 2008; 22(2):149–162
15. Berti LC, Marino VV. **Marcas hesitativas como constitutivas do processo de aquisição do contraste fônico em crianças com o chamado desvio fonológico evolutivo.** Revista do GEL (Araraquara) 2008; 5:103-121.
16. Beukelman DR, Yorkston KM. **The relationship between information transfer and speech intelligibility of dysarthric speakers.** J Commun Disord. 1979;12:189-96.
17. Bohland JW, Guenther FH. **An fMRI investigation of syllable sequence production.** Neuroimage. 2006;32:821–841.
18. 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: 589-601.
19. Bressmann T, Radovanovic B, Kulkarni GV, Klaiman P, Fisher D. **An ultrasonographic investigation of cleft-type compensatory articulations of voiceless velar stops.** Clin Linguist Phon. 2011; 25:1028-33.
20. Browman CP, Goldstein L. **Dynamics and articulatory phonology.** In: Port R, van Gelder T, editors. Mind as motion. Cambridge (MA): MIT Press. 1995: 175–193.
21. Brown S, Ingham RJ, Ingham JC, Laird AR, Fox PT. 2005. **Stuttered and fluent speech production: an ALE meta-analysis of functional neuroimaging studies.** Hum Brain Mapp. 25:105–117.
22. Browman, C., Goldstein, L. **Towards an Articulatory Phonology,** in *Phonology Yearbook*. 1986; 3:219-252.
23. Browman, C., Goldstein, L. **Articulatory gestures as phonological units,** in *Phonology Yearbook*. 1989; 6: 201-251.
24. Browman, C., Goldstein, L. **Tiers in Articulatory Phonology,** in J. Kingston & M. Beckman, Papers in Laboratory Phonology 1: between the grammar and physics of speech. Cambridge: The Cambridge University Press. 1990; 341-376.
25. Browman, C., Goldstein, L. **Articulatory Phonology: an overview,** in *Phonetica*, 1992; 49: 155-180.

26. Cagliari LC. **A palatalização em português: uma investigação palatográfica [dissertação]**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Estudos da Linguagem; 1974.
27. Campbell F, Gick B, Wilson I, Vatikiotis-Bateson E. **Spatial and temporal properties of gestures in North American English /r/**. *Lang Speech*. 2010; 53: 49-69.
28. Carrillo L, Ortiz KZ. **Análise vocal (auditiva e acústica) nas disartrias**. *Pró-Fono*. 2007;19(4):381-6.
29. Costa L. **Modelamento teórico de processos variáveis em modelos dinâmicos de fala: possibilidades de representação do rotacismo no âmbito da Fonologia Gestual**. *Letras & Letras*. 2012;28(1):287-404.
30. Cuetos F, Alija M. **Normative data and naming times for action pictures**. *Behav Res Methods Instrum Comput*. 2003 Feb;35(1):168-77.
31. Cummine J, Cribben I, Luu C, Kim E, Bakhtiari R, Georgiou G, Boliek CA. **Understanding the role of speech production in reading: Evidence for a print-to-speech neural network using graphical analysis**. *Neuropsychology*. 2016;30(4):385-397.
32. Dalston RM, Marsh JL, Vig KW, Witzel MA, Bumsted RM. **Minimal standards for reporting the results of surgery on patients with cleft lip, cleft palate, or both: a proposal**. *Cleft Palate J*. 1988;25(1):3-7.
33. Dalston RM, Warren DW, Dalston ET. **A preliminary study of nasal airway patency and its potential effect on speech performance**. *Cleft Palate Craniofac J*. 1992;29:330-5.
34. Darley FL, Aronson AE, Brown JR. **Differential diagnostic patterns of dysarthria**. *J Speech Hear Res*. 1969;12(2):246-69.
35. Dell GS. **Phonemes and production**. *Lang Cogn Neurosci*. 2014;29:30–32.
36. Dulli D, Samaniego EA. **Inpatient and community ischemic strokes in a university hospital**. *Neuroepidemiology*. 2007;28(2):86-92.
37. Felício CM, Ferreira CLP. **Protocol of Orofacial Myofunctional Evaluation with Scores**. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 2008;7(3)367-375.
38. Garcia JM, Cannito MP. **Influence of verbal and nonverbal contexts on the sentence intelligibility of a speaker with dysarthria**. *J Speech Hear Res*. 1996;39:750-60.
39. Garcia JM, Crowe LK, Redler D, Hustad K. **Effects of spontaneous gestures on comprehension and intelligibility of dysarthric speech: a case report**. *J Med Speech-Lang Pathol*. 2004;12(4):145-8.

40. Gonçalves FR. **Vocabulário da Língua Portuguesa**, Coimbra: Coimbra Editora; 1966.
41. Goldrick MA. **Phonological processing: the retrieval and encoding of word form information in speech production**. In: Goldrick MA, Ferreira V, Miozzo M, editors. *The Oxford handbook of language production*. New York: Oxford University Press. 2014; 228–244.
42. Goldstein L, Byrd D, Saltzman E. The role of vocal tract gestural action units in understanding the evolution of phonology. (*in press*) In Michael Arbib, (ed.) **From Action to Language: The Mirror Neuron System**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
43. Guenther FH. 2006. **Cortical interactions underlying the production of speech sounds**. *J Commun Disord*. 39:350–365.
44. Hardcastle WJ. **The use of electropalatography in phonetic research**. *Phonetica*. 1972;25(4):197-215.
45. Hickok G. 2009. **The functional neuroanatomy of language**. *Phys Life Rev*. 6:121–143.
46. Hubbard DJ, Kushner D. **A comparison of speech intelligibility between esophageal and normal speakers via three modes of presentation**. *J Speech Hear Res*. 1980;23:909-16.
47. Hustad KC. **Estimating the intelligibility of speakers with dysarthria**. *Folia Phoniatr Logop*. 2006;58(3):217-28.
48. Hustad KC. **A closer look at transcription intelligibility for speakers with dysarthria: evaluation of scoring paradigms and linguistic errors made by listeners**. *Am J Speech Lang Pathol*. 2006;15:268-77.
49. Hustad KC. **Effects of speech stimuli and dysarthria severity on intelligibility scores and listener confidence ratings for speakers with cerebral palsy**. *Folia Phoniatr Logop*. 2007;59: 306-17.
50. Ishigaki ECSS, Lobrigate NL, Fonseca RP, Parente MAMP, Ortiz KZ. **Análise do reconhecimento das figuras do Teste MT Beta-86 modificado para uma adaptação: descrição e discussão de aspectos metodológicos**. *CoDAS*. 2013; 25(3):282-88.
51. Jacob LCB, Alvarenga KF, Zeigelboim BS. **Avaliação audiológica do sistema nervoso auditivo central**. *Arquivos da Fundação de Otorrinolaringologia*. 2000; 4(4):144-51.
52. Kempler D, Van Lancker D. **Effect of speech task on intelligibility in dysarthria: a case study of Parkinson's Disease**. *Brain Lang*. 2002;80:449-64.

53. Kent RD, Read C. **The acoustic Analysis of Speech**. Iowa. Singular Publishing Company, 2002.
54. Kent RD, Weismer G, Kent JF, Rosenbek JC. **Toward phonetic intelligibility testing in dysarthria**. J Speech Hear Disord. 1989;54:482-99.
55. Lee AS, Ciocca V e Whitehill TL. **Acoustic correlates of hypernasality**. Clin Linguist Phon. 2003;17(4-5):259-64.
56. Lotze M, Seggewies G, Erb M, Grodd W, Birbaumer N. 2000. **The representation of articulation in the primary sensorimotor cortex**. Neuroreport. 11:2985–2989.
57. Loucks TM, Poletto CJ, Simonyan K, Reynolds CL, Ludlow CL. 2007. **Human brain activation during phonation and exhalation: common volitional control for two upper airway functions**. Neuroimage. 36:131–143.
58. Matzenauer CLB. **Restrições segmentais e prosódicas na aquisição das líquidas do Português Brasileiro e do Português Europeu**. Boletim da ABRALIN – Anais do II Congresso Internacional da ABRALIN. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2001.
59. Marchal A, Reis C. **Produção da fala**. Belo Horizonte: Editora UFMG; 2012.
60. Marino VCC, Cardoso VM, Ramos RG, Dutka JCR. Valores de nasalância para sílabas produzidas por falantes do Português Brasileiro. CoDAS [Internet]. 2016;28(3):278-283.
61. Masseli IV, Wu DSK, Pinheiro HA. **Manual básico de ultrassonografia**. São Paulo: Departamento de Diagnóstico por Imagem da UNIFESP, 2013.
62. McKay LC, Evans KC, Frackowiak RS, Corfield DR. 2003. **Neural correlates of voluntary breathing in humans**. J Appl Physiol. 95:1170–1178.
63. Modha G, Bernhardt BM, Church R, Bacsfalvi P. **Case study using ultrasound to treat /r/**. International Journal Language and Communication Disorders. 2008;43(3):323-29.
64. Monsen RB. **The oral speech intelligibility of hearingimpaired talkers**. J Speech Hear Disord. 1983;48:286-96.
65. Murdoch BE. **Disartria: uma abordagem fisiológica para avaliação e tratamento**. São Paulo: Lovise; 2005.
66. Murphy K, Corfield D, Guz A, Fink G, Wise R, Harrison J, Adams L. 1997. **Cerebral areas associated with motor control of speech in humans**. J Appl Physiol. 83:1438–1447.
67. Oliveira CR, Ortiz KZ, Vieira MM. **Disartria: estudo da velocidade de fala**. Pró-Fono. 2004;16(1):39-48.

68. Ortiz KZ. **Avaliação das disartrias.** In: Ortiz KZ. **Distúrbios neurológicos adquiridos: fala e deglutição.** São Paulo: Manole; 2006;73-83.
69. Perkell JS. **Movement goals and feedback and feedforward control mechanisms in speech production.** J Neurolinguistics. 2012;25(5):382–407.
70. Prado AC. **Principais características da produção vocal do deficiente auditivo.** Rev. CEFAC, São Paulo , v. 9, n. 3, p. 404-410, Sept. 2007.
71. Price CJ. **The anatomy of language: contributions from functional neuroimaging.** J Anat. 2000 Oct;197 Pt 3:335-59.
72. Prins D, Bloomer H. **Consonant intelligibility: a procedure for evaluating speech in oral cleft subjects.** J Speech Hear Res. 1968;11:128-37.
73. Rastadmehr O, Bressmann T, Smyth R, Irish JC. **Increased midsagittal tongue velocity as indication of articulatory compensation in patients with lateral partial glossectomies.** Head Neck. 2008; 30:718-26.
74. Reis C, Antunes LB. **Estudo palatográfico de sons consonantais do português.** In: Reis C. (Org.). Estudos em fonética e fonologia do português - Estudos linguísticos 5. Belo Horizonte: Fale-UFMG; 2002. p.225-44.
75. Ribeiro AF, Ortiz KZ. **Perfil populacional de pacientes com disartria atendidos em hospital terciário.** Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2009;14(3):446-53.
76. Robin DA, Jacks A, Hageman C, Clark HM, Woodworth G. 2008. **Visuomotor tracking abilities of speakers with apraxia of speech or conduction aphasia.** Brain Lang. 106:98–106.
77. Scobbie, JM. **Interactions between the acquisition of phonetics and phonology.** In: Gruber, MC.; Higgins, D.; Olson, K.; Wysocki, T., editors. Papers from the 34th Annual Regional Meeting of the Chicago Linguistic Society; Chicago Linguistics Society; Chicago. 1998. p. 343-358.
78. Sellars C, Hughes T, Langhorne P. **Speech and language therapy for dysarthria due to non-progressive brain damage.** Cochrane Database Syst Rev. 2005;20(3):CD002088. Review.
79. Silva, A.H.P. **As fronteiras entre fonética e fonologia e a alofonia dos róticos iniciais em PB: dados de dois informantes do sul do país.** Tese (Doutorado em Linguística) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP. 2002.
80. Sitler RW, Schiavetti N, Metz DE. **Contextual effects in the measurement of hearing-impaired speakers'intelligibility.** J Speech Hear Res. 1983;26:30-4.

81. Sörös P, Sokoloff LG, Bose A, McIntosh AR, Graham SJ, Stuss DT. 2006. **Clustered functional MRI of overt speech production.** *Neuroimage.* 32:376–387
82. Steffen LM, Moschetti MB, Steffen N, Hanayama EM. **Paralisia unilateral de prega vocal: associação e correlação entre tempos máximos de fonação, posição e ângulo de afastamento.** *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004;70(4):450-5.
83. Tikofsky RS, Tikofsky RP. **Intelligibility measures of dysarthric speech.** *J Speech Hear Res.* 1964;7:325-33.
84. Wang YT, Kent RD, Duffy JR, Thomas JE. **Dysarthria associated with traumatic brain injury: speaking rate and emphatic stress.** *J Commun Disord.* 2005;38(3):231-60.
85. Wang YT, Kent RD, Duffy JR, Thomas JE. **Dysarthria in traumatic brain injury: a breath group and intonational analysis.** *Folia Phoniatr Logop.* 2005;57(2):59-89.
86. Wertzner HF, Francisco DT, Pagan-Neves LO. **Fatores causais e aplicação de provas complementares relacionadas à gravidade no transtorno fonológico.** *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2012;17(3):299-303.
87. Wise R, Greene J, Büchel C, Scott SK. 1999. **Brain regions involved in articulation.** *Lancet.* 353:1057–1061.
88. Yorkston KM, Beukelman DR. **A comparison of techniques for measuring intelligibility of dysarthric speech.** *J Commun Disord.* 1978;11:499-512.
89. Yorkston KM, Beukelman DR. **Communication efficiency of dysarthric speakers as measured by sentence intelligibility and speaking rate.** *J Speech Hear Disord.* 1981;46:296-301.
90. Zharkova N, Hewlett N, Hardcastle WJ. **Coarticulation as an indicator of speech motor control development in children: an ultrasound study.** *Motor Control.* 2011;15(1):118-40.
91. Zharkova N. **Using ultrasound to quantify tongue shape and movement characteristics.** *Cleft Palate Craniofac J.* 2013; 50: 76-81.
92. Ziegler W, Ackermann H. **Neural bases of phonological and articulatory processing.** In: Goldrick MA, Ferreira V, Miozzo M, editors. *The Oxford handbook of language production.* New York: Oxford University Press. 2014;275–291.
93. Zimmer MC, Madruga MR. Uma perspectiva dinâmica da sílaba e da coocorrência CV na aquisição do Português Brasileiro. **Veredas on line – A temática,** p. 32-48, 2011. ISSN: 1982-2243.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Universidade Federal de Santa
Maria
Departamento de Fonoaudiologia
Centro de Ciências da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana
Projeto de Pesquisa**

Título do estudo: Caracterização dos níveis de produção da fala por análise instrumental em adultos falantes do português brasileiro

Pesquisadora responsável: Prof^a. Dr^a. Karina Carlesso Pagliarin

Mestranda Pesquisadora: Fga. Caroline Rodrigues Portaleta

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Fonoaudiologia

Telefone para contato: 55 – 32208659 ou 55-84036564

Nome do participante: _____

1. Objetivo do Estudo: Caracterizar os níveis de produção de fala (gesto articulatório e fonação) de todas as consoantes do Português Brasileiro (PB) em adultos típicos, utilizando a Ultrassonografia e Nasometria.

2. Explicação dos procedimentos:

Aos juízes especialistas e não-especialistas: Por email, você será convidado a responder algumas perguntas no qual julgará as palavras que serão usadas na avaliação fonoaudiológica. Tal procedimento será realizado individualmente, e após ser respondido, deverá ser enviado para a pesquisadora.

Aos participantes: Você será submetido a uma série de avaliações fonoaudiológicas, para verificar os aspectos de linguagem, fala, voz, motricidade orofacial e audição. Após essas avaliações, você realizará duas avaliações instrumentais (ultrassonografia e Nasometria), as quais têm o objetivo de analisar dois níveis da produção da fala (articulação e voz). As avaliações são simples, não são invasivas e não oferecem nenhum risco físico a você. Elas consistem na repetição de palavras inseridas nesta frase-veículo: “fale [palavra-alvo] de novo”. Para lhe ajudar, você verá numa tela as figuras correspondentes às palavras-alvo. São necessárias cinco repetições para cada palavra. Será destinado um dia para cada avaliação.

3. Possíveis riscos/ desconfortos e benefícios

Riscos/Desconfortos: Você não será exposto a riscos químicos ou físicos que comprometam sua saúde, mas estará sujeito à fadiga e ao desconforto, tendo em vista que são exames repetitivos, demandando tempo e utilização de aparelhagem para a realização das avaliações.

Benefícios: Com os resultados desse estudo, será possível obter o padrão de fala típica das consoantes do português brasileiro, analisando em conjunto os níveis responsáveis pela fala. Desta forma, as perspectivas de avaliação, diagnóstico e tratamento para os distúrbios de fala mudarão, pois será possível visualizar o que é esperado na fala normal, obter um diagnóstico mais preciso e fidedigno, além de poder realizar terapia com *biofeedback* visual, esperando atingir o padrão normal, em qualquer nível de produção.

4. Direito de desistência: Você pode desistir de participar a qualquer momento sem consequências para as atividades com as quais está ou viria a estar envolvido nessa instituição.

5. Sigilo: Todas as informações obtidas neste estudo poderão ser publicadas com finalidade científica, preservando-se o completo anonimato dos participantes, os quais serão identificados apenas por um número.

6. Consentimento: Declaro ter lido – ou me foram lidas – as informações acima antes de assinar este termo. Foi-me dada oportunidade de fazer perguntas, esclarecendo totalmente as minhas dúvidas. Declaro que ficou clara a possibilidade de contatar o pesquisador pelo telefone acima indicado ou os membros do Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM. Por este documento, tomo parte, voluntariamente, deste estudo.

Assinatura do responsável

Profª. Dra. Fga. Karina Carlesso Pagliarin

Fga. Caroline Rodrigues Portalete

Santa Maria, ___/___/___

Para dúvidas sobre a ética na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa:
Av. Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria – 7º andar – Campus Universitário – 97105-900 –
Santa Maria-RS. Tel: (55)3220 9362; e-mail: cep.ufsm@gmail.com.

APÊNDICE B – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DA FALA (PRAINF)

Para aplicação na avaliação nasométrica

Os valores de nasalância dos segmentos-alvo serão obtidos após seguir as seguintes etapas:

- 1) No dia da coleta, calibrar o equipamento Nasômetro II modelo 6450:
 - a. Posicionar o equipamento na cabine acústica, numa distância de 30cm de qualquer objeto sólido/parede;
 - b. Apertar botões *power* (ligar) > *calibrate* e ajustar o ganho da calibração para > *calibrate*;
 - c. No *software* (PC), clicar em *options* > *calibrate*;
 - d. “*Calibration is complete*” > obter valores entre 0.9 e 1.1
- 2) No paciente: ajustar o *headset*:
 - a. O headset deve ser ajustado na faixa de velcro, localizada na parte de trás, e na faixa acima da cabeça do paciente;
 - b. Os ajustes superiores servem para adequar à distância em relação ao nariz e evitar um *gap* na placa entre o nariz e o lábio superior. Os ajustes inferiores servem para adequar o ângulo da placa defletora para 90°;
 - c. A inclinação da placa defletora deve estar em simetria, no máximo até 15°, para que o sinal de nasalância seja mais preciso;
- 3) Para dados normativos, em pacientes típicos, manter o ganho do Nasômetro em *min*;
- 4) Posicionar a tela do computador com a lista de figuras em frente ao paciente, para possibilitar a nomeação das palavras do protocolo;
- 5) Treinar com o paciente a reprodução da frase-veículo “fale [palavra-alvo] de novo” e orientar o paciente a repetir em ato contínuo 5x cada frase;

Para aplicação na avaliação ultrassonográfica

Os parâmetros ultrassonográficos dos gestos articulatorios serão obtidos após seguir as seguintes etapas:

- 1) Seleção do projeto para gravação no *software* AAA
- 2) Ajuste do capacete estabilizador (*Articulate Instruments*) no paciente;
- 3) Ajuste do ângulo da sonda a cerca de 90° em relação ao solo;
- 4) Seleção da sonda transdutora ultrassonográfica endocavitária modelo 65EC10EA;
- 5) Plano selecionado: sagital (para verificar o contorno da superfície da língua, desde o dorso da língua até a ponta da língua);
- 6) Posicionamento do microfone (unidirecional) aproximadamente a 10cm da boca do paciente;
- 7) Registro do traçado do palato: solicitar ao paciente que bebesse um pouco de água, mantendo o líquido na boca por um breve período antes de engolir;
- 8) Posicionar a tela do computador com a lista de figuras em frente ao paciente, para possibilitar a nomeação das palavras do protocolo;
- 9) Treinar com o paciente a reprodução da frase-veículo “fale [palavra-alvo] de novo” e orientar o paciente a repetir aleatoriamente 5x cada frase;

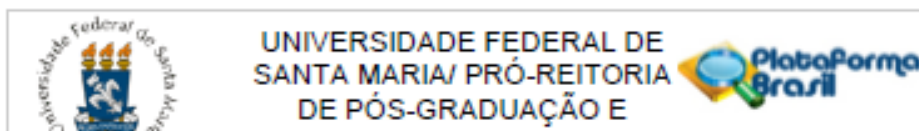
PALAVRAS-ALVO DO PROTOCOLO

Fonema-alvo	Palavra	Transcrição	Fonema-alvo	Palavra	Transcrição
/p/	Sapato	[sa.'pa.tu]	/ʃ/	Machado	[ma.'ʃa.du]
/b/	Tabaco	[ta.'ba.ku]	/ʒ/	Cajado	[ka.'ʒa.du]
/t/	Atado	[a.'ta.du]	/l/	Salada	[sa.'la.de]
/d/	Cadarço	[ka.'dar.su]	/ʎ/	Palhaço	[pa.'ʎa.su]
/k/	Sacada	[sa.'ka.de]	/r/	Barata	[ba.'ra.te]
/g/	Lagarto	[la.'gar.tu]	/R/	Barraca	[ba.'Ra.ke]
/f/	Safari	[sa.'fa.ri]	/m/	Damasco	[da.'mas.ku]
/v/	Cavalo	[ka.'va.lu]	/n/	Granada	[gra.'na.de]
/s/	Massagem	[ma.'sa.ʒɛj]	/ɲ/	Banhado	[bã.'ɲa.du]
/z/	Casados	[ka.'za.dus]			

APRESENTAÇÃO DAS FIGURAS PARA NOMEAÇÃO



ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



Continuação do Parecer: 1.316.911

fala adquiridos e adultos sem alteração de fala.

-Traçar um perfil das alterações articulatória, velofaríngea e laringea que mais ocorrem em distúrbios motores de fala adquiridos. -Relacionar o perfil das alterações articulatória, velofaríngea e laringea, com a etiologia do distúrbio de fala adquirido.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: o participante estará sujeito à fadiga e ao desconforto, tendo em vista que farão exames repetitivos, demandando tempo e utilização de aparelhagem para a realização das avaliações. O participante poderá desistir da pesquisa em qualquer momento.

Benefícios: Com os resultados desse estudo, será possível obter o padrão de fala típica das consoantes do Português Brasileiro, analisando em conjunto os níveis responsáveis pela fala. Constitui-se principalmente em benefícios indiretos com avanços no conhecimento da área.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

-

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta adequadamente os termos obrigatórios.

Recomendações:

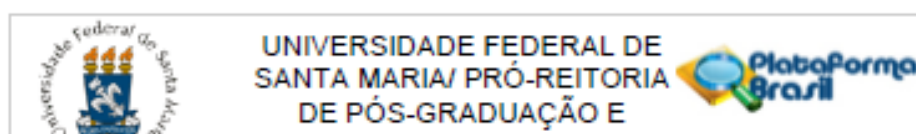
Veja no site do CEP - <http://w3.ufsm.br/nucleodecomites/index.php/cep> - na aba "orientações gerais", modelos e orientações para apresentação dos documentos. Acompanhe as orientações disponíveis, evite pendências e agilize a tramitação do seu projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

-

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
Bairro: Camobi CEP: 97.105-070
UF: RS Município: SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-0362 E-mail: cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.316.911

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_605825.pdf	09/10/2015 15:14:19		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.docx	09/10/2015 15:11:53	Karina Carlesso Pagliarín	Aceito
Outros	Termo_confidencialidade.pdf	09/10/2015 15:02:49	Karina Carlesso Pagliarín	Aceito
Outros	GAP.pdf	09/10/2015 15:00:20	Karina Carlesso Pagliarín	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AutorizacaoInst.pdf	09/10/2015 14:56:45	Karina Carlesso Pagliarín	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	09/10/2015 14:55:57	Karina Carlesso Pagliarín	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	09/10/2015 14:53:55	Karina Carlesso Pagliarín	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SANTA MARIA, 10 de Novembro de 2015

Assinado por:
CLAUDEMIR DE QUADROS
 (Coordenador)

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
 Bairro: Camobi CEP: 97.105-970
 UF: RS Município: SANTA MARIA
 Telefone: (55)3220-9382 E-mail: cep.ufsm@gmail.com

ANEXO B – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO MIOFUNCIONAL OROFACIAL COM ESCORES (AMIOFE)

Nome: _____ Data: ____ / ____ / ____

DN: ____ / ____ / ____ Idade: _____

Endereço: _____

APARÊNCIA E CONDIÇÃO POSTURAL/POSIÇÃO

Condição Postural dos Lábios		Escores
Selados	Cumprem normalmente a função	(3)
Selados com Tensão	Cumprem a função, mas com contração excessiva dos lábios e Mm. Mental	(2)
Entreabertos	Disfunção leve	(2)
Totalmente abertos	Disfunção severa	(1)
Resultado do sujeito avaliado		
Condição Postural da Mandíbula		Escores
Condição postural normal	Mantém EFL	(3)
Dentes em oclusão ou contato de rebordos	Apertamento	(2)
Levemente Abaixada (lábios separados)	Disfunção leve	(2)
Abaixada (boca aberta)	Disfunção severa	(1)
Resultado do sujeito avaliado		
Aspecto das Bochechas		Escores
Normais	Normal	(3)
Assimetria	Leve	(2)
	Severa	(1)
Flácida/Arqueada	Leve	(2)
	Severa	(1)

Resultado do sujeito avaliado			
Simetria Facial			Escores
Simetria entre os lados direito e esquerdo	Normal		(3)
Assimetria	Leve		(2)
	Severa		(1)
Lado aumentado	Direito	Esquerdo	
Resultado do sujeito avaliado			
Posição da Língua			Escores
Contida na cavidade oral	Normal		(3)
Interposta aos arcos dentário	Adaptação ou disfunção		(2)
	Protruída em excesso		(1)
Resultado do sujeito avaliado			
Aspecto do Palato Duro			Escores
Normal			(3)
Largura diminuída (estreito)	Leve		(2)
	Severo		(1)
Resultado do sujeito avaliado			

FUNÇÕES

Respiração		Escores
Respiração nasal	Normal	(3)
Respiração oronasal	Leve	(2)
	Severa	(1)
Resultado do sujeito avaliado		

Deglutição: Comportamento dos lábios		Escores
Vedam a Cavidade Oral	Sem aparentar esforço	(3)
Vedam a Cavidade Oral, mas apresentam contração além do normal	Leve	(2)
	Severa	(1)
Não vedam a Cavidade Oral	Não cumpre a função	(1)
Resultado do sujeito avaliado		
Deglutição: Comportamento da língua		Escores
Contida na cavidade oral	Normal	(3)
Interposta aos arcos dentários	Adaptação ou disfunção	(2)
	Protruída em excesso	(1)
Resultado do sujeito avaliado		
Deglutição: Outros comportamentos e sinais de alteração		
		<i>Escores</i>
Movimentação da cabeça	Ausente	(1)
	Presente	(0)
Tensão dos Músculos Faciais	Ausente	(1)
	Presente	(0)
Escape de alimento	Ausente	(1)
	Presente	(0)
Resultado do sujeito avaliado		
Deglutição Eficiência		Escores
<i>Bolo sólido ou líquido</i>		
Não repete a deglutição do mesmo bolo		(3)
Uma repetição		(2)

Deglutições múltiplas		(1)
<i>Bolo Líquido</i>		
Não repete a deglutição do mesmo bolo		(3)
Uma repetição		(2)
Deglutições múltiplas		(1)
Resultado		
Resultado Total da Deglutição		
Mastigação – Mordida		Escores
Incisivos	Normal	(3)
Caninos-pré-molares		(2)
Molares		(1)
Não Morde		(0)
Resultado do sujeito avaliado		
Mastigação – Trituração		Escores
Bilateral	Alternada	(4)
	Simultânea (vertical)	(3)
Unilateral	Preferencial (66%)	(2)
	Crônica (95%)	(1)
Anterior (Frontal)		(1)
Não realiza a função	Não tritura	(1)
Resultado do sujeito avaliado		
Outros comportamentos e sinais de alteração		Escores
Movimentação da cabeça ou outras partes do corpo	Ausente	(1)

	Presente	(0)
Postura alterada	Ausente	(1)
	Presente	(0)
Escape de alimento	Ausente	(1)
	Presente	(0)
Resultado do sujeito avaliado		
Resultado Total da Mastigação		
Tempo gasto para ingerir o alimento =		
Alimento utilizado =		

MOBILIDADE

Desempenho	MOVIMENTOS LABIAIS				Escores
	Protrusão	Retração	Lateralidade D	Lateralidade E	
Normal	(3)	(3)	(3)	(3)	
Habilidade insuficiente/ tremor	(2)	(2)	(2)	(2)	
Sem habilidade	(1)	(1)	(1)	(1)	
Não realiza	(1)	(1)	(1)	(1)	
					Somatória

AValiação Funcional da Oclusão

Linha média	Normal	Desviada para direita =	Desviada para esquerda =
--------------------	--------	-------------------------	--------------------------

Movimentos mandibulares funcionais

	Movimentos				Medidas (mm)			
	Normal	Desvio		Dor		Trespasse Vertical	Distância Interincisal	Total
Abertura		D	E	D	E			
Fechamento		D	E	D	E			

Desempenho	MOVIMENTOS DA MANDIBULA					
	Abaixar	Elevar	Lateralidade D	Lateralidade E	Protruir	Escores
Normal	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	
Habilidade insuficiente / desvio	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
Sem habilidade	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
Não realiza	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	
Somatória						

Desempenho	MOVIMENTOS DAS BOCHECHAS				
	Inflar	Suflar	Retrair	Lateralizar o ar	Escores
Normal	(3)	(3)	(3)	(3)	
Habilidade insuficiente / desvio	(2)	(2)	(2)	(2)	
Sem habilidade	(1)	(1)	(1)	(1)	
Não realiza	(1)	(1)	(1)	(1)	
Somatória					

Lateralidade	Dor		Guias de desocclusão	Interferência		Trabalho	Balanceio	Medida
	D	E						
Direita	D	E						
Esquerda	D	E						

Protrusão	Movimento		Interferência				Medidas	
	Dor	Desvio	Posterior		Trespasse horizontal		Distância	Total
	D	E	D	E	D	E		

Ruído ATM	Abertura	Fechamento	Protrusão	Lateralidade D	Lateralidade E
Direita					
Esquerda					

ANEXO C – PROTOCOLO: CONSENSO DA AVALIAÇÃO PERCEPTIVO AUDITIVA DA VOZ (CAPE-V) – ASHA 2003, SID3

Nome _____ Data: ___/___/___

- 1) Vogal sustentada com 3 a 5 segundos
- 2) Produção das seguintes sentenças:

a) Érica tomou suco de pêra e amora.	d) Agora é hora de acabar.
b) Sonia sabe sambar sozinha.	e) Minha mãe namorou um anjo
c) Olha lá o avião azul.	f) Papai trouxe pipoca quente.
- 3) Fala espontânea, com os seguintes conteúdos: “Fale-me sobre o seu problema de voz” ou “Diga-me como está a sua voz”.

C = consistente I = Intermitente

				ESCORE		
GRAU GERAL				C	I	___/100
	DI	MO	AC			
RUGOSIDADE				C	I	___/100
	DI	MO	AC			
SOPROSIDADE				C	I	___/100
	DI	MO	AC			
TENSÃO				C	I	___/100
	DI	MO	AC			
PITCH	indique a natureza de desvio de <i>pitch</i>			C	I	___/100
	DI	MO	AC			
LOUDNESS	indique a natureza de desvio de <i>loudness</i>			C	I	___/100
	DI	MO	AC			
_____				C	I	___/100
	DI	MO	AC			
_____				C	I	___/100
	DI	MO	AC			
Comentários sobre ressonância:				OUTRA (descreva):		
NORMAL				_____		

Pesquisador: _____