v v

E

# Fonética Clínica

Interações

Zuleica Camargo (org.)









Copyright © 2022 by Pulso Editorial Ltda. ME Avenida Anchieta, 885 (Jardim Nova América) São José dos Campos – SP.

CEP 12242-280 - Telefone/Fax: (12) 3942-1302 e-mail: <a href="mailto:atendimento@pulsoeditorial.com.br">atendimento@pulsoeditorial.com.br</a> home-page: <a href="http://www.pulsoeditorial.com.br">http://www.pulsoeditorial.com.br</a>

Editor responsável: Vicente José Assencio Ferreira

Diagramação: Alexandre Marinho Vicente

Capa: Andrea Silva Souza

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Fonética clínica [recurso eletrônico]: Interações

- São Paulo: Do Autor, 2022.

Bibliografia. Ebook

Vários colaboradores ISBN: 978.65.88606.05-6

- 1. Fonoaudiologia. 2. Voz. 3. Voz Aspectos fisiológicos.
- 3. Doenças da voz. 4. Fonética. 5. Línguas estrangeiras.
- 6. Bilinguismo. I. Camargo, Zuleica Antonia de.

CDD 616.855

Esta obra foi financiada pelo Edital Plano de Incentivo à Pesquisa- PIPEQ – PUC-SP Publicação de Livros no. 2194 (chamada 2/2021).

# Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)

# FONÉTICA CLÍNICA - INTERAÇÕES -

ZULEICA CAMARGO (organizadora)



# ZULEICA CAMARGO (organizadora)



Fonoaudióloga. Graduação pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP/EPM). Mestrado em Distúrbios da Comunicação, Doutorado e Pós-Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (LAEL) pela PUC-SP. Professora Assistente do Departamento de Ciências da Linguagem e Filosofia da PUC-SP, docente do PPG em LAEL, e pesquisadora do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da PUCSP. Professora titular do Centro Universitário Armando Álvares Penteado. Especialista em Voz pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia- CFFª.

### **PARECERISTAS**

#### Profa Dra Aline Neves Pessoa-Almeida

Universidade Federal do Espírito Santo- UFES, Departamento de Fonoaudiologia.

Doutora em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (LAEL) pela PUC-SP.

#### Profa Dra Fernanda Coelho Liberali

Doutora em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (LAEL) pela PUC-SP, com pós-doutorado pela Universidade de Helsinki, pela Universidade Livre de Berlin e pela Rutgers University. Professora-pesquisadora PUC-SP, no Departamento de Ciências da Linguagem e Filosofia, nos Programas de Pós-graduação em LAEL; em Educação: Formep; e em Educação: Currículo. Bolsista Produtividade CNPq. Coordenadora geral do Programa Digitmed e do Projeto Brincadas. Co-fundadora da *Global Play Brigade*.

#### Profa Dra Gláucia Laís Salomão

Graduada em Fonoaudiologia. Pesquisadora e Professora Doutora na Universidade de Estocolmo. Professora convidada em cursos de pós-graduação no Brasil. Especialista em Voz pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia (CFFa). Mestrado em Semiótica e Linguística Geral pela Universidade de São Paulo (FFLCH-USP). Doutora em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (LAEL) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Durante o doutorado, com estágio de pesquisa no Departamento de Fala, Música e Audição do Instituto Real de Tecnologia (TMH-KTH, Suécia), com apoio financeiro da CAPES, onde posteriormente realizou também seus estudos de pós-doutorado.

#### Profa Dra Joana Mariz de Sousa

Doutora em performance vocal pelo Instituto de Artes da Universidade Estadual Paulista- Unesp e professora de canto erudito e popular da Faculdade Santa Marcelina. Professora assistente, tradutora e co-produtora da edição brasileira do método Somatic Voicework, de Jeanie LoVetri, e certificada no Método Bertazzo de reeducação do movimento, além de membro-co-fundadora do grupo de pesquisas e ações em voz Vocal-SP.

#### Profa Dra Kátia Nemr

Fonoaudióloga. Livre-Docente pela Faculdade de Medicina da USP- FMUSP. Professora Associada da FMUSP. Coordenadora do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Voz -LIFVoz – FMUSP.

#### Profa Dra Leila Rechenberg

Fonoaudióloga. Especialista em Voz pelo CEV/SP. Doutora em Ciências da Saúde - Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora Adjunta do curso de Fonoaudiologia da UFRGS.

#### Profa Dra Léslie Piccolotto Ferreira

Graduação em Fonoaudiologia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Mestre em Linguística Aplicada ao Ensino de Línguas pela PUC-SP. Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP-EPM. Professora Titular do Departamento de Teorias e Métodos em Fonoaudiologia e Fisioterapia, atuando no Curso de Fonoaudiologia e no Programa de Pós-Graduação em Comunicação Humana e Saúde da PUC-SP. Coordenadora do Curso de Fonoaudiologia e do Laboratório de Voz (Labor-Vox) (PUC-SP). Editora executiva da revista Distúrbios da Comunicação da PUC-SP.

#### Profa Dra Lilian Neto Aguiar Ricz

Professora Associada em Fonoaudiologia. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da- Universidade de São Paulo - FMRP-USP.

#### Profa Dra Maria Fabiana Bonfim de Lima-Silva- UFPB

Professora Associada do curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Professora do Programa de Pós-Graduação em Linguística (PROLING) da UFPB. Professora do Programa Associado de Pós-Graduação em Fonoaudiologia (PPgFon) da UFPB/UFRN/UNCISAL. Doutorado e Pós-Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC. Coordenadora do Programa de Assessoria Vocal Para Profissionais da Voz – ASSEVOX.

#### **Prof Dr Tony Berber Sardinha**

Vice-coordenador do PPG em LAEL, PUCSP. Pesquisador 1A CNPq, Líder do Grupo de Estudos em Linguística de Corpus (GELC); Coordenador do Projeto 'Portal multimodal/multilíngue para o avanço da ciência aberta nas Humanidades' (CNPq); Coordenador do Projeto 'Pandemia e infodemia de COVID-19: Disseminação de discursos de informação e desinformação por meio de ecossistemas de texto e imagem' (CAPES).

# **DEDICATÓRIA**

À Profa Dra Irene Queiroz Marchesan, pela amizade, inspiração e muitas possibilidades de aproximações e interações.

À minha amada e numerosa família de "sangue e de afetos".

### **AGRADECIMENTOS**

À Profa. Dra. Sandra Madureira pela introdução e orientação nos estudos das Ciências Fonéticas e pela oportunidade de atuar no Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) – PUCSP e no Grupo de Pesquisa em Estudos sobre a Fala (GeFALA).

Ao grupo de professores e assistência administrativa do Programa de Pós-Graduação em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (PPG-LAEL), do Centro de Pesquisa, Recursos e Informação em Linguagem (CEPRIL) e do LIAAC da PUC-SP.

À Profa Dra Léslie Piccolotto Ferreira pelo acolhimento e interlocução constantes, e, especialmente, pelo incentivo a enveredar pelos campos da Fonética.

Ao Prof. Dr. Albert Olivier Blaise Rilliard, pela constante interlocução, colaboração e incentivo.

Às Dra Nathalia dos Reis, Dra Andrea Silva Souza, Dra Cristiane Magacho Coelho, Profa Dra Aline Neves Pessoa Almeida e Profa Dra Maria Fabiana Bonfim de Lima Silva, queridas egressas, pela parceria constante.

À equipe da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, pelo acolhimento e suporte em uma nova frente de trabalho na PUC-SP, especialmente ao Prof. Dr. Márcio Alves Fonseca - Pró-Reitor de Pós-Graduação e Prof Dr Odair Furtado — Assistente Especializado da Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

À Dra Andrea Silva Souza, pelo suporte no *design* de capa e estímulo constante na incorporação de elementos de acessibilidade.

Ao Alexandre Marinho Vicente, da Pulso Editorial, pelo cuidadoso trabalho de edição e revisão

Ao Dr Vicente José Assencio Ferreira, Editor responsável e Tercia M. Savastano Ferri Ferreira, Diretora Administrativa da Pulso Editorial pelo suporte e acompanhamento.

Aos nossos alunos e orientandos, por sempre trazerem questões e demandas estimulantes.

Às nossos parcerias de pesquisas, em instituições nacionais e internacionais, por reforçarem os vínculos de colaboração, interações e de intercâmbio.

Ao CNPq, pelo apoio na modalidade de bolsa Produtividade de Pesquisa (auxílio Pq 308524/2019-5).

À PUC-SP, pelo fomento via Plano de Incentivo a Pesquisa - PIPEQ – Edital Publicação de Livros (2/2021).

Finalmente, a todos os autores, colaboradores e pareceristas, pela disponibilidade em acolher e colaborar com o projeto da coletânea.

## **Autores e Colaboradores**

#### **Albert Olivier Blaise Rilliard**

Doutorado em Ciências Cognitivas pelo *Institut Polytechnique de Grenoble* (França). Pesquisador permanente do *CNRS* desde 2002, trabalhando no *Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique"* (*Interdisciplinary Laboratory of Digital Sciences*) - *LISN* (*Université Paris Saclay*). Associado ao Programa de Pós-Graduação em Letras Vernáculas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), estuda variações prosódicas na fala em uma variedade de funções linguísticas e em contínuos dialetais, bem como os usos expressivos da voz em interações multimodais em suas implicações sociofonéticas e inter-culturais.

#### Aline Neves Pessoa-Almeida

Docente do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Espírito Santo- UFES - Programa de Implante Coclear - Núcleo da Audição UFES/Hospital Universitário Cassiano Antonio Moraes (Hucam) - SUS - Vitória/ES - Brasil. Comissão de Ensino - Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia/SBFa (2020-2023) e membro representante da SBFa na Câmara Técnica da CIRHTH - Comissão Intersetorial de Recursos Humanos e Relações de Trabalho - Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde. Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (LAEL) - no Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição — LIAAC da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo- PUC-SP. Mestrado em Fonoaudiologia PUC-SP, no Centro Audição na Criança-CeAC-DERDIC-SUS. Aprimoramento em Audiologia Educacional e Reabilitação Auditiva pela DERDIC/PUC-SP-SUS. Aperfeiçoamento em Saúde Auditiva - Implante Coclear (Instituto ALFA/SP) e Multicêntrico de Implante Coclear (pelo Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP- HCFMUSP-SP).

#### Ana Carolina de Assis Moura Ghirardi

Fonoaudióloga (Universidade Federal do Estado de São Paulo - UNIFESP), Especialização em Voz (PUCSP), Mestre e Doutora em Fonoaudiologia Pontifícia Universidade Católica de São Paulo- PUC-SP. Professora Adjunta do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Subcoordenadora do Programa de Pós-graduação em Fonoaudiologia da UFSC (PPGFONO-UFSC). Coordenadora do Laboratório de Acústica, Biomecânica e Fisiopatologia da Voz da UFSC (LAB-Voz UFSC).

#### **Ana Carolina Fonseca Rangel**

Graduação em Fonoaudiologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Comunicação Humana e Saúde da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo- PUC--SP. Fonoaudióloga clínica.

#### Andrea Baldi de Freitas

Fonoaudióloga. Mestre e doutora em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (LAEL) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo- PUC-SP. Especialista em Motricidade Orofacial e Disfagia pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia- CFF<sup>a</sup>.

#### Andressa Silva de Freitas

Fonoaudióloga do Instituto Nacional do Câncer (INCA-RJ). Líder do Laboratório Interdisciplinar de Cabeça e Pescoço (LICEP-INCA). Mestre em Ciências Morfológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ. Fonoaudióloga do Hospital Municipal Salgado Filho (SMS-RJ). Membro do Núcleo de Pesquisas em Cuidados Paliativos da FioCruz- RJ. Professora da Pós Graduação em Voz da PUC-RJ e da Universidade Veiga de Almeida.

#### **Beatriz de Castro Andrade Mendes**

Professora Doutora da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde (FaCHS) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo- PUC-SP. Professora do Curso de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Comunicação Humana e Saúde — PUC-SP. Interlocutora do CER II DERDIC/SMS. Fonoaudióloga da Clínica ECO

#### Cleybe Hiole Vieira

Fonoaudióloga pela Universidade Federal de São Paulo- UNIFESP/EPM; Mestrado com o tema da Afasiologia na Universidade Federal do Paraná- UFPR (1992). Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, com o tema 'Voz Esofágica/ Fala Esofágica'. Foi professora Titular da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR, tendo atuado na graduação e pós-graduação *lato sensu*. Tem experiência na área da Fonoaudiologia Clínica e em Estimulação Precoce. Possui ampla experiência em Gestão Universitária, atualmente é Coordenadora dos Programas: PIBIC, PIBITI, PIBIC Jr, PIBIC Master e PIBIC Mobilidade Nacional e Internacional da PUC-PR. Foi coordenadora do Programa Ciências Sem Fronteiras e do Curso de Graduação de Fonoaudiologia, e Diretora da Clínica de Fonoaudiologia na PUC-PR.

#### Cristina Lemos Barbosa Furia

Fonoaudióloga. Doutora em Ciências Oncologia Faculdade de Medicina pela Universidade de São Paulo - USP. Docente do Curso de Fonoaudiologia Universidade de Brasília – UnB. Coordenadora da Liga e Laboratório de Fononcologia - LAFO UnB. Coordenadora adjunta do Colegiado de Extensão Faculdade de Ceilândia – UnB. Pesquisadora colaboradora do Laboratório Interdisciplinar de Cabeça e Pescoço do Instituto Nacional de Câncer - LICEP INCA.

#### Gabryella Nery Teles Nogueira Silva

Fonoaudióloga pela Faculdade de Ceilândia - Universidade de Brasília (UnB). Graduanda em Medicina pela Unida.

#### John Paul Hempel de Lima

Doutor e Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo- USP, com período de estudos na KU Leuven, Bélgica. Professor e pesquisador da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (FCET) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP. Coordenador do PIBIC- PUC-SP. Professor e Pesquisador da FIAP. Diretor de Digital Learning FIA, Coordenador de Inteligência Artificial, Coordenador do MBA em Health Tech, Fundador da startup V Company do Brasil (equipamentos médicos). Além da Engenharia, sua experiência abrange diversas áreas como: Nanotecnologia, polímeros condutores, Sensores, Materiais semicondutores, Microcontroladores, Machine Learning, Inteligência Artificial, Equipamentos eletromédicos, Instrumentação, entre outras.

#### Léslie Piccolotto Ferreira

Graduação em Fonoaudiologia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP. Mestre em Linguística Aplicada ao Ensino de Línguas (LAEL) pela PUC-SP. Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de São Paulo- UNIFESP-EPM. Professora Titular do Departamento de Teorias e

Métodos em Fonoaudiologia e Fisioterapia, atuando no Curso de Fonoaudiologia e no Programa de Pós-Graduação em Comunicação Humana e Saúde da PUC-SP. Coordenadora do Curso de Fonoaudiologia e do Laboratório de Voz (LaborVox) (PUC-SP). Editora executiva da revista Distúrbios da Comunicação da PUC-SP.

#### Lilian Neto Aguiar Ricz

Professora Associada em Fonoaudiologia Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo - FMRP-USP.

#### Luisa Barzaghi Ficker

Professora Doutora da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde (FacHS) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP. Professora do Curso de Fonoaudiologia – PUC-SP. Coordenadora do Centro Audição na Criança - CeAC/DERDIC-PUCSP. Fonoaudióloga da Clínica ECO.

#### Márcia Wang Matsuoka

Graduação em Medicina pela Faculdade de Ciências Médicas de Santos. Doutorado em Medicina (Ciências Médicas) pela Universidade de São Paulo (USP) e Residência Médica pela Casa de Saúde Santa Marcelina. Médica do Instituto da Criança – Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Grupo Fleury Medicina e Saúde e do Instituto da Criança – Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - HCFMUSP.

#### Maria Augusta Forte Svicero

Graduada em Fonoaudiologia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUCSP. Mestre em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem PUC-SP. Especialista em Motricidade Orofacial pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia- CFF<sup>a</sup>. Especializações em Motricidade Orofacial em Oncologia pelo A.C. Camargo Cancer Center e em Motricidade Orofacial com Enfoque em Disfagia pelo CEFAC Saúde & Educação. Aprimoramento em Clínica de Voz pelo INVOZ.

#### Maria Cristina Menezes de Borrego Fernandes

Graduação em Fonoaudiologia pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP/EPM). Mestre e Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana (Fonoaudiologia) da UNI-FESP/EPM. Fonoaudióloga clínica; responsável pelo Serviço de Voz da Derdic/ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP; Coordenadora e professora do Curso de Aprimoramento em Motricidade Orofacial e Voz da Derdic/PUC-SP.

#### Maria Fernanda de Queiroz Prado Bittencourt

Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Comunicação Humana e Saúde da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), Integrante do LaborVox, Doutora em Fonoaudiologia pela Pontifícia pela PUC-SP e Mestre em Ciências da Saúde pela Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (FCMSCSP).

#### Marta Assumpção de Andrada e Silva

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Comunicação Humana e Saúde, Integrante do LaborVox e do Departamento de Teorias e Métodos em Fonoaudiologia e Fisioterapia da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde (FaCHS) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP; professora adjunto no Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (FCMSCSP) e coordenadora do Ambulatório de Artes Vocais da Santa Casa de São Paulo.

#### Nathalia dos Reis

Graduada em Fonoaudiologia pela Universidade de São Paulo- USP- FMRP. Especialização em Voz e Mestrado em Ciências pela USP - FMRP. Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (LAEL) - PUC SP. Fonoaudióloga - Instituto do Câncer do Estado de São Paulo- ICESP. Pesquisadora colaboradora do Grupo de Pesquisa em Estudos sobre a Fala (GeFALA)- (Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição - LIAAC) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

#### Patrícia Picin Bertelli Zuleta

Graduação em Fonoaudiologia pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-CAMP). Mestre em Educação - Distúrbios da Comunicação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo- PUC-SP. Especialista em Motricidade Orofacial pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia- CFF<sup>a</sup>. Fonoaudióloga clínica; responsável pelo Serviço de Motricidade Orofacial da Derdic/PUC-SP; Coordenadora e professora do Curso de Aprimoramento em Motricidade Orofacial e Voz da Derdic/PUC-SP; Supervisora de estágio em Motricidade Orofacial e Voz da Derdic/PUC-SP para graduandos em Fonoaudiologia.

#### Renata Vieira

Fonoaudióloga Clínica e Perita. Especialização em Voz (Cefac Saúde & Educação). Mestre em Linguística pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro -UERJ. Doutora em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo- PUC-SP. Tenente-coronel do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro. Assessora adjunta de Comunicação Social da Secretaria de Estado de Defesa Civil do Rio de Janeiro.

#### **Rodrigo Dornelas**

Fonoaudiólogo, Doutor em Fonoaudiologia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, Professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ - Faculdade de Medicina; Departamento de Fonoaudiologia e coordenador do Laboratório de Estudos e Pesquisas Edmée Brandi - LEPEB-VOZ da UFRJ.

#### Sandra Madureira

Graduação em Letras Português/Inglês e especialização em Linguística pela UniSantos, Mestrado e Doutora-do em Linguística Aplicada pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo — PUC-SP e estágio de pós-doutorado na Unicamp. Professora titular do Departamento de Ciências da Linguagem e Filosofia da PUC-SP, docente e coordenadora do PPG em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, e pesquisadora do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da PUC-SP. Editora da Revista Intercâmbio do PPG em LAEL da PUC-SP. Atua na área de Fonética Experimental com ênfase na pesquisa sobre a expressividade de fala, análise fonético-acústica e perceptiva e aquisição de sons em L2.

#### Tereza Lofredo Bilton

Fonoaudióloga. Professora Associada da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde (FaCHS). Especialista em Gerontologia pela Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia. Doutora em Radiologia Clínica. Destaque do departamento de Disfagia da SBFa. Membro do Fleury Medicina e Saúde.

#### **Zuleica Camargo**

Graduação em Fonoaudiologia pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP/EPM). Mestrado em Distúrbios da Comunicação, Doutorado e Pós-Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela PUC-SP. Professora Assistente do Departamento de Ciências da Linguagem e Filosofia da PUC-SP, docente do PPG em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, e pesquisadora do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da PUCSP. Professora titular do centro Universitário Armando Álvares Penteado. Especialista em Voz pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia- CFFª.

# Sumário

ZULEICA CAMARGO (organizadora)		4
PARECERISTAS		5
DEDICATÓRIA		7
AGRADECIMENTOS.		8
AUTORES E COLABO	DRADORES	9
Prefácio		18
Apresentação		19
Capítulo 1.		20
Interações poss	íveis entre a Fonética e a Fonoaudiologia	
Profa Dra Zuleica	Camargo	
Capítulo 2		26
Fala esofágica:	dados anatomofisiológicos e acústicos	
Profa Dra Cleybe Profa Dra Sandra		
Capítulo 3		50
Proposta de ava	aliação e classificação acústica da fala traqueoesofágica	
Dra Nathália dos Prof Dr Albert Oli Porfa Dra Lilian N Profa Dra Sandra	vier Blaise Rilliard Ieto Aguiar Ricz	

Profa Dra Zuleica Camargo

Capítulo 4	66
Avaliação fonética de fala nos casos de restrições anatômicas: laringectomia sub	total
Cristina Barbosa Lemos Fúria	
Andressa Silva de Freitas	
Rodrigo Dornelas	
Zuleica Camargo	
Capítulo 5	75
Uma visão ultrassonográfica sobre o deslocamento laríngeo na deglutição	
Dra Andrea Baldi  de Freitas	
Profa Dra Márcia Wang Matusoka	
Profa Dra Tereza Lofredo Bilton	
Prof Dr John Paul Hempel de Lima	
Profa Dra Zuleica Camargo	
Capítulo 6	90
A relação entre os achados ultrassonográficos da deglutição e a qualidade vocal	
Dra Andrea Baldi  de Freitas	
Profa Dra Tereza Lofredo Bilton	
Profa Dra Márcia Wang Matsuoka	
Dra Renata Christina Vieira	
Prof Dr John Paul Hempel de Lima	
Profa Dra Zuleica Camargo	
Capítulo 7	101
Dispositivos eletrônicos e audibilidade dos sons da fala na reabilitação auditiva o	le criança
Profa Dra Luisa Barzaghi	
Profa Dra Beatriz de Castro Andrade Mendes	
Capítulo 8	112
Prosódia e tecnologia em idosos usuários de Implante coclear: a qualidade vocal do modelo fonético na interface percepção e produção de fala	por meio
Aline Neves Pessoa-Almeida	
Zuleica Camargo	
Capítulo 9	131
Dados de ultrassonografia da produção das vogais orais do Português Brasileiro	
Ms Maria Augusta Forte Svicero	
Profa Dra Sandra Madureira	
Profa Dra Zuleica Camargo	

Capítulo 10	
Voz e Motricidade Oral: interferências e interpelações	
Marta Assumpção de Andrada e Silva Ana Carolina de Assis Moura Ghirardi Maria Fernanda de Queiroz Prado Bittencourt	
Capitulo 11	150

Sua voz, seu jeito: proposta de oficina de aperfeiçoamento da comunicação oral para profissionais da voz

Maria Cristina de Menezes Borrego Patricia Piccin Bertelli Zuleta Ana Carolina Fonseca Rangel Léslie Piccolotto Ferreira

## **Prefácio**

É com muito entusiasmo e alegria que escrevo este prefácio.

Esta coletânea "Fonética clínica: interações" é coordenada pela Profa. Dra. Zuleica Camargo, cuja competência profissional e reconhecimento nacional e internacional dispensariam qualquer apresentação. Fonoaudióloga e docente, essa profissional, incansavelmente, tem proporcionado reflexões e avanços no sentido de aproximar a Fonética acústica da Fonoaudiologia. Ninguém melhor para liderar um caminho tão desafiador.

E não por acaso essa obra foi construída por diversas mãos e mentes brilhantes. Colegas que nos enchem de orgulho. Esse "time de craques", liderado pela Profa. Zuleica, nos oferece uma oportunidade de mergulharmos na Fonética e na Fonoaudiologia a partir de interações possíveis e desejáveis.

Mais do que uma coletânea de escritos, a Profa. Zuleica reúne especialistas em uma proposta que derruba muros e constrói pontes aproximando as ciências fonéticas à clínica fonoaudiológica. Ao preencher uma lacuna na literatura nacional, descortina-se um frutífero caminho para novos e promissores estudos.

Os temas abordados contemplam diferentes subáreas da voz e da fala, bem como outras especialidades fonoaudiológicas, nas quais a fonética acústica é aplicada. Da fononcologia, os estudos sobre fala esofágica, fala traqueoesofágica e laringectomias subtotais trazem à luz aspectos relevantes da comunicação de indivíduos tratados por câncer e cabeça e pescoço. Uma proposta de oficinas fonoaudiológicas para profissionais da voz lançam um novo olhar para um tema desafiador aos especialistas. A ultrassonografia amplia o conhecimento acerca da voz, fala e deglutição, com detalhamento sobre o deslocamento laríngeo na deglutição e a produção de vogais orais do português brasileiro de indivíduos saudáveis. A audiologia está contemplada com estudos sobre a voz e a fala de crianças deficientes auditivas e de idosos usuários de implante coclear. Por fim, as inter-relações entre a motricidade orofacial, a deglutição e a voz demonstram a abrangência dessas interfaces.

São estudos inovadores e que formam um conteúdo em consonância com os modelos mais atuais de inter-relações entre as áreas, fundamental para o avanço de qualquer ciência. As parcerias que emolduram essa coletânea vêm de diferentes regiões do país e diversas universidades, demonstrando a capilaridade do grupo de pesquisa que lidera este desafio.

Neste vasto panorama observa-se um solo fértil para novas e promissoras pesquisas na temática da interface da Fonética com os dados oriundos da clínica fonoaudiológica. Portanto, estou convencida sobre a consolidação da série de coletâneas produzidas pelo Grupo de Pesquisa em Estudos sobre a Fala (GeFALA) e do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da PUCSP.

Esta interação só é possível a partir do diálogo! Parabéns a todos os colegas que contribuíram. Parabéns às equipes do GeFALA e do LIAAC. Parabéns à Profa. Zuleica, colega brilhante e amiga generosa!

A leitura está imperdível! Apreciem, aprendam, compartilhem e pesquisem!

Katia Nemr

# Apresentação

A coletânea visa traçar o panorama de interações entre a Fonética e a Fonoaudiologia e apresentar reflexões em torno do histórico e das perspectivas esboçadas pelas interlocuções estabelecidas pelo Grupo de Pesquisa em Estudos sobre a Fala (GeFALA), na esteira da continuidade de publicação da primeira coletânea com a temática da Fonética Clínica, em 2016, na celebração de vinte anos Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC).

O resgate dos estudos calcados na tradição do enfoque das relações entre percepção e produção da fala empenhado pelo LIAAC serve de panorama às reflexões. Os frutos e os produtos advindos das múltiplas e profícuas interlocuções são discutidos, além de se buscar apontar os reflexos e o impacto na sociedade, colaborando para a discussão ampla e necessária sobre a relevância e o impacto das pesquisas científicas. A discussão se enriquece na interface dos aportes de autores que sustentam os pilares das Ciências Fonéticas e pelas interações com diversos pesquisadores e Grupos de Pesquisa com os quais o GeFALA tem dialogado.

Desejo que a leitura seja enriquecedora e estimulante.

Zuleica Camargo (Org)

# Capítulo 1

# Introdução (Interações)

### Interações possíveis entre a Fonética e a Fonoaudiologia

**Profa Dra Zuleica Camargo** 

#### Resumo

O capítulo sintetiza as interações recentes entre a Fonética e a Fonoaudiologia, traçando um panorama da produções oriundas de interlocuções do Grupo de Pesquisa em Estudos sobre a Fala (GeFALA), na sequência da primeira coletânea com temática voltada à Fonética Clínica, datada de 2016. Frutos de orientações, supervisões e interações com profissionais e pesquisadores de vários serviços são detalhados, especialmente em termos das pesquisas e de produto tecnológico, alinhados às demandas atuais da sociedade, no tocante à relevância e ao impacto da pesquisa científica, e aos pilares da Ciência Aberta.

**Descritores**: Fonética; Acústica da Fala; Percepção Auditiva; Reabilitação dos Transtornos da Linguagem e da Fala; Fonoterapia; Ciência Aberta

#### **Panorama**

"Fonética Clínica: interações" é publicada na sequência da coletânea "Fonética Clínica: vinte anos de LIAAC" (lançada em 2016, com fomento PIPEq - PUC-SP). Destinada a oferecer um panorama representativo de interações e de pesquisas recentes do Grupo de Pesquisa em Estudos sobre a Fala (GeFALA) e do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da PUCSP, concentra-se na interface da Fonética com os dados oriundos da clínica fonoaudiológica, no campo circunscrito pela Fonética Clínica<sup>1</sup>.

Os capítulos percorrem, de forma não linear, as explorações de dados calcadas na Fonética Experimental, em suas vertentes perceptivas, fisiológicas e acústicas, e em suas correspondências, prosseguindo para propostas de intervenção e reflexões sobre os múltiplos campos de atuação e de áreas de especialidades que se consolidam na prática fonoaudiológica<sup>2</sup>.

Valendo-se de descrições perceptivas, acústicas e fisiológicas da fala (e, portanto, da voz), os estudos e as reflexões propostos valorizam as manifestações clínicas em diferentes populações, além de reforçarem a corrente de incorporação dos recursos tecnológicos de fala aos processos de avaliação e de terapia/acompanhamento de uma vasta gama de casos clínicos. Para tanto, vale-se de diversos recursos e aportes da Fonética Experimental <sup>3</sup>.

As demandas originadas do universo clínico suscitam discussões que remetem às delimitações (por vezes pouco nítidas) entre as manifestações tidas como funcionais, "saudáveis" ou adaptadas e aquelas tidas como "alteradas" ou "disfuncionais". Os resultados podem, então, se situar em vários pontos de um verdadeiro contínuo sonoro, que se estende desde a ausência de sonoridade, passando por vários níveis e graus de adaptação, até o resultado mais funcional<sup>1</sup>.

Os aportes das Ciências Fonéticas conclamam os clínicos a romperem as dicotomias entre normalidade e alteração e a reforçarem a convivência transdisciplinar, que fortalecem as interlocuções da clínica da

fala/voz/ linguagem com as várias instâncias de promoção de Saúde e de Educação. Nessa concepção, a clínica consolida um território fértil para pesquisas que enriquecem processos de diagnóstico e de abordagem terapêutica, como um contexto de construção e consolidação do saber.

O leitor será conduzido a refletir sobre a relevância da pesquisa e da atuação clínica com ancoramento no campo da Fonética<sup>4</sup>.

Numa vasta gama de possibilidades de resultados nos planos de controle do mecanismos egressivo da correntes de ar, fonatório e da articulação/ressonância¹, destacamos também o enfoque das implicações de funções correlatas (como respiração e deglutição), implicadas nas especialidades da Voz, da Motricidade Orofacial, da Audição, da Linguagem e da Disfagia, estabelecidas pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia - CFFª. As explorações envolvem sujeitos com sequelas de tratamentos oncológicos, com destaque para o câncer de laringe, em três capítulos; com deficiência auditiva, em dois capítulos; com disfonia em um deles. Outros três capítulos dedicam-se à incorporação de tecnologias, especialmente na forma de imagens do trato vocal, por meio da ultrassonografia, para a investigação da voz e da deglutição. Finalmente, um capítulo dedica-se à proposta de aprimoramento vocal, situando-se no contexto da exploração dos recursos expressivos da fala na clínica fonoaudiológica.

A abordagem das interrelações de funções ganha destaque com o enfoque das implicações entre deglutição e voz num capítulo, que também explora as imagens de trato vocal por meio da ultrassonografia. Tal técnica é usada para descrever, de forma mais detalhada, a excursão laríngea durante a deglutição. Ainda no campo das imagens ultrassonográficas do trato vocal, um capítulo dedica-se ao detalhamento das produções de vogais do Português Brasileiro (PB). Os três capítulos, em seu conjunto, tratam de prover dados de referência para que se possa explorar futuros usos em ambiente clínico, em que parâmetros de referência se tornam relevantes e necessários.

A abordagem de imagens de trato vocal também se apresenta em um dos capítulos dedicados aos pacientes laringectomizados totais, com destaque para a endoscopia e a videofluoroscopia da região conhecida como neoglote, em descrição de caso de falante com voz esofágica. As correspondências entre imagens e medidas acústicas são detalhadas. A partir de tal integração de dados, as implicações clínicas são cuidadosamente discutidas.

A vertente tecnológica também se faz presente nas abordagens de análise acústica e no enfoque das possibilidades de recursos para audição, como o implante coclear (IC) para a população idosa e os diversos recursos disponíveis na reabilitação auditiva de crianças.

Propostas de intervenção são abordadas e discutidas em cerca de metade dos capítulos, trazendo à tona interessantes abordagens e reflexões no espaço de atuação do fonoaudiólogo, percorrendo abordagens voltadas aos planos segmental e prosódico, enfocando direta e especificamente manifestações clínicas e ampliando o enfoque na atenção aos aspectos expressivos e comunicativos. As reflexões ganham corpo na interface entre a produção e a percepção da fala e às possibilidades de atuação fonoaudiológica.

A publicação reforça as parcerias estabelecidas com vários grupos que se debruçam sobre as demandas clínicas de fala. No ambiente da PUC-SP, as integrações e colaborações do GeFALA junto ao Laborvox, do Programa de Pós-Graduação em Comunicação Humana e Saúde- FaCHs; da Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC); e da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (FCET) são exploradas em cinco capítulos. Além disso, destacamos interlocuções consolidadas há alguns anos com Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Universidade de São Paulo (USP), além do Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique" (Interdisciplinary Laboratory of Digital Sciences) - LISN- Universidade de Paris-Saclay, no cenário internacional.

Novas parcerias também são esboçadas com outras IES, como a integração GeFALA a grupo composto por Universidade de Brasília (UnB), Instituto Nacional do Câncer (INCA), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) para estabelecimento de diretrizes de avaliação fonética das vozes de pacientes submetidos

a laringectomias subtotais (cricohiodopexias-CHP), da qual INCA detém a maior casuística nacional, sendo referência no tratamento.

Outra instituição de atendimento oncológico, Instituto do Câncer do Estado de São Paulo (ICESP), consolida-se como parceria ao grupo.

Os autores são pesquisadores e egressos do PPG em LAEL da PUCSP, além de professores de várias faculdades da PUC-SP e de interlocutores de parcerias de pesquisas com IES do cenário nacional e internacional. Alguns dos egressos do LAEL representam universidades ao redor do país e são hoje multiplicadores da abordagem integrada da fala e da voz preconizada no GeFALA/LIAAC.

As pesquisas geradas ampliam os bancos de dados de fala que se voltam às tendências e pilares da ciência aberta1, além de apontarem futuros direcionamentos de inovações e contribuições de soluções para a clínica da linguagem, que se integram à missão do PPG em LAEL.

As produções reforçam também várias linhas de fomento, como CNPq, na forma de financiamento de Edital Universal e bolsa individual- Produtividade de Pesquisa (PQ), além de fomento interno por meio do Plano de Incentivo à Pesquisa-PIPEq da PUC-SP e de bolsas de estudos nos domínios da Iniciação Científica, do Mestrado, do Doutorado e de Pós-Doutorado em fomento das agências Capes e CNPq.

Tanto nos alicerces de modelos teóricos, quanto nas especialidades concernidas, buscamos contemplar abordagens dinâmicas, que explorem as interfaces entre percepção e produção da fala e que permitam estender a atuação a pessoas portadoras de diversos níveis de dificuldades de exercício das funções de fala e da voz e de suas correlatas, como respiração e deglutição.

Terminamos com um panorama das pesquisas do campo desenvolvidas desde a publicação da primeira coletânea em Fonética Clínica<sup>5</sup>, em itens referentes às orientações e supervisões concluídas, aos produtos bibliográficos e tecnológicos.

#### Panorama de pesquisas

#### Orientações e Supervisões Concluídas

Adriana Bonachela Rodrigues. **Análise prosódica da fala de sujeitos com dificuldades escolares pré e pós terapia auditiva acusticamente controlada**. 2021. Dissertação (Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - Inst. financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes): <a href="https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/23590">https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/23590</a>

Orientação: Profa Dra Zuleica Camargo

Andrea Freitas Baldi. **Relações entre deglutição e qualidade: análise ultrassonográfica e perceptiva**. 2017. Tese (Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Inst. financiadora: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq <a href="https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/19790">https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/19790</a>

Orientação: Profa Dra Zuleica Camargo

Andrea Silva Souza. **Design e avaliação de uma interface gamificada de software de biofeedback de fala**. 2019. Tese (LAEL) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Inst. financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes): <a href="https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/22750">https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/22750</a> Orientação: Profa Dra Zuleica Camargo

1 O PPG em LAEL mantém o Portal Multimodal/Multilíngue para o <u>Avanço da Ciência Aberta</u> na área das humanidades (disponível em: <a href="http://cienciaaberta.org/">http://cienciaaberta.org/</a>), com o objetivo de colaborar com o movimento que partilha da denominação de Ciência Aberta.

Astrid Mühle Moreira Ferreira. **Estudos para uma proposta de feedback de suavização e prolongamento da fala da pessoa que gagueja**. 2019. Tese (Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Inst. financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes): <a href="https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/22679">https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/22679</a>

Orientação: Profa Dra Zuleica Camargo

Cristiane Magacho Coelho. **Cantores líricos e de musicais: dados dermatoglíficos e acústicos**. 2017. Tese (Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Inst. financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). <a href="https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/20373">https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/20373</a>

Orientação: Profa Dra Zuleica Camargo

Lilian Cristina Kuhn Pereira. 2017. **Tecnologia aplicada à investigação de produção de fala de sujeitos com e sem deficiência auditiva: um estudo com dados de ultrassonografia e de análise Acústica**. Pós-Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Inst. financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Supervisão: Profa Dra Sandra Madureira

Maria Fabiana Bonfim de Lima Silva. 2020. **Análise acústica comparativa de vozes de teleoperadores de atendimento a ligações de emergências e não emergências**. Pós-Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Supervisão: Profa Dra Zuleica Camargo

Nathalia dos Reis. **Estudo acústico da fala traqueosofágica**. 2018. Tese (Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Inst. financiadora: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes): <a href="https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/21298">https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/21298</a>

Orientação: Profa Dra Zuleica Camargo

Paula da Costa Canton. A influência do frênulo da língua na produção da fala. 2019. Dissertação (Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Inst. financiadora: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq): <a href="https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/22662">https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/22662</a>

Orientação: Profa Dra Zuleica Camargo

Rebeca Pereira Condori. A dimensão fisiológica da qualidade vocal. 2021. Iniciação científica (Fonoaudiologia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Inst. financiadora: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq): <a href="https://www5.pucsp.br/iniciacaocientifica/30eic/anais/pdf/505.pdf">https://www5.pucsp.br/iniciacaocientifica/30eic/anais/pdf/505.pdf</a>

Orientação: Profa Dra Zuleica Camargo

Sara Gomes Rosa. **Produção de fonemas plosivos vozeados em crianças com alteração de fala**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Fonoaudiologia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Orientação: Profa Dra Sandra Madureira

Tamar Vieira de Jesus. **Ultrassonografia aplicada à descrição dos ajustes de qualidade vocal**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Fonoaudiologia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Orientação: Profa Dra Zuleica Camargo

Tamar Vieira de Jesus. **Da pesquisa de fala ao desenvolvimento de tecnologias: possibilidades da ultrassonografia na clínica fonoaudiológica e no ensino de línguas**. 2018. Iniciação científica (Fonoaudiologia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo Inst. financiadora: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Premiação: Melhor Trabalho (IC)- Curso de Fonoaudiologia (https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/resultado-melhor-trabalho.pdf).

Orientação: Profa Dra Zuleica Camargo

#### Produção bibliográfica

Barbosa P, Camargo Z, <u>Madureira S</u>. Acoustic-based tools and scripts for the automatic analysis of speech in clinical and non-clinical settings In: Kulshreshtha M, Neustein A (Org). Signal and Acoustic Modeling for Speech and Communication Disorders Series:Speech Technology and Text Mining in Medicine and Health Care.01 ed.Berlin: De Gruyter, 2018, v.5, p. 69-86.

Camargo Z. Distúrbios da Prosódia In: Oliveira Jr M (Org). Prosódia, Prosódias.01 ed. São Paulo: Contexto, 2022, v.01, p. 185-199.

Camargo Z. Voz, fala e conectividade na sociedade atual In: Liberali FC, Fuga VP, Diegues UCC, Carvalho MP (Org). Educação em tempos de pandemia: brincando com um mundo possível.01 ed. Campinas: Pontes, 2020, v.01, p. 99-108.

Camargo Z, Canton P da C. Vocal quality of children with altered frenulum in the tongue. J. of Speech Sci. [Internet]. 2020 Aug. 3 [cited 2022 Jun. 10];8(1):15-26. Available from: <a href="https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/joss/article/view/14990">https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/joss/article/view/14990</a>

<u>Camargo Z.</u> Madureira S, Reis N, Rilliard A. The phonetic approach of voice qualities: challenges in corresponding perceptual to acoustic descriptions. In: Lahoz-Bengoechea JM, Ramón RP. (Org.). Subsidia: Tools and Resources for Speech Sciences. 01ed.Málaga: Universidad de Málaga, 2019, v. 01, p. 11-18. Available from: <a href="https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02428197/file/nf7499.pdf">https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02428197/file/nf7499.pdf</a>

<u>Camargo Z, Oliveira LR.</u> Canton PC, Reis N, Rusilo LC, Marchesan IQ. Alterações do frênulo lingual e índices acústicos de qualidade vocal. Revista intercâmbio, v.36, p.52 - 65, 2017. Disponível em: <a href="https://revistas.pucsp.br/index.php/intercambio/article/view/35758">https://revistas.pucsp.br/index.php/intercambio/article/view/35758</a>

Fontes MM, Souza AS, Ferreira AMM, Camargo Z. Desafios na concepção de um exergame, "Biofeedback de Fala" In: Estética do jogo: arte, mecânica e narrativa.01 ed. São Paulo: Editora C0D3S, 2019, v.01, p. 135-144. Disponível em: <a href="https://docplayer.com.br/201595484-Estetica-do-jogo-arte-mecanica-e-narrativa.html">https://docplayer.com.br/201595484-Estetica-do-jogo-arte-mecanica-e-narrativa.html</a>

Gregio FN, Camargo Z. The implementation of phonic voicing contrast in children's speech: some explorations of clinical data In: 7th EICEFALA 2021 International Meeting on Speech Sciences Advances in speech and L2 processing, 2022, Belo Horizonte- evento online. EICEFALA 2021: internacional meeting on speech sciences advances in speech and L2 processing [livro eletrônico]. Belo Horizonte: Universidade federal de Minas Gerais, 2022. v.1. p.104 – 124. Disponível em: <a href="http://www.letras.ufmg.br/padrao\_cms/documentos/eventos/eicefala/7thEICEFALA-Abstracts.pdf">http://www.letras.ufmg.br/padrao\_cms/documentos/eventos/eicefala/7thEICEFALA-Abstracts.pdf</a>

Jesus TV, Almeida ANP, Camargo, Z. Ultrasonography applied to the description of voice quality settings in adult speakers of Brazilian Portuguese. REVISTA CEFAC (ONLINE), 2021, v. 23, n. 6 [Accessed 10 June 2022], e4921. Available from: <a href="https://doi.org/10.1590/1982-0216/20212364921">https://doi.org/10.1590/1982-0216/20212364921</a>. Epub 03 Dec 2021. ISSN 1982-0216. <a href="https://doi.org/10.1590/1982-0216/20212364921">https://doi.org/10.1590/1982-0216/20212364921</a>

Lopes LW, Dajer ME, Camargo Z. Análise acústica na clínica vocal In: Fundamentos e atualidades em voz clínica.01 ed.Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2019, v.01, p. 31-47.

Magacho-Coelho C, Camargo Z, Fernandes J. Dermatoglyphic and acoustic analysis of singing voices: a multiple case preliminary report. Revista CEFAC [online]. 2022, v. 24, n. 2 [Accessed 8 August 2022], e6821. Available from: <a href="https://doi.org/10.1590/1982-0216/20222426821">https://doi.org/10.1590/1982-0216/20222426821</a>.

Sardinha TB, Madureira S, Brait B, Souza-e-Silva MCP, Camargo Z, Spagnuolo RL, Braz AA.B. A multimodal, multilanguage portal for the advancement of Open Science in the Humanities. Cadernos de Linguística, v. 2, n. 4, p. e406, 11 Sep. 2021. Disponível em: <a href="https://cadernos.abralin.org/index.php/cadernos/article/view/406">https://cadernos.abralin.org/index.php/cadernos/article/view/406</a> Silva, MFBL, <a href="Madureira S">Madureira S</a>, Rusilo LC, Camargo Z. Vocal quality assessment: methodological approach for a

perceptive data analysis. Revista CEFAC [online]. 2017, v. 19, n. 6 [Accessed 10 June 2022] , pp. 831-841. Available from: <a href="https://doi.org/10.1590/1982-021620171961417">https://doi.org/10.1590/1982-021620171961417</a> Epub Nov-Dec 2017. ISSN 1982-0216. <a href="https://doi.org/10.1590/1982-021620171961417">https://doi.org/10.1590/1982-021620171961417</a>

Souza AS, Ferreira AMM, Camargo Z. Avaliação das interfaces de softwares com potencial aplicação ao campo da fala em ambiente clínico. Design e Tecnologia, v.10, p.70 - 88, 2020. Disponível em: <a href="https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/804">https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/804</a>

#### Produção Tecnológica

Rilliard AOB, Reis N, Camargo, Z. Script qualidade\_de\_voz\_alaringea.praa/alaryngeal\_speech\_quality.praat (ASQ) aplicável ao programa de livre acesso PRAAT<sup>6</sup> (versão 6.2.14 ou superior). Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numerique (LISN- Univ Paris-Saclay) / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)/ Instituto do Câncer do Estado de São Paulo (ICESP). Copyright: CeCILL FREE SOFTWARE LICENSE AGREEMENT version 2.1 or superior (compatível com GNU GPL). Versão 0.3/2022. Disponível em: <a href="https://cienciaaberta.org/ferramentas/">https://cienciaaberta.org/ferramentas/</a>

O Script permite a etiquetagem das audiogravações e a extração de medidas acústicas de: duração da vogal sustentada; diferenças de intensidade (dB) Vogais/Consoantes- não vozeadas e vozeadas; média de intensidade em trechos falado e cantado; e Cepstral Prominence Peak Smoothed- CPPS (dB).

#### Referências Bibliográficas

- 1. Ball M. (Ed) Clinical Phonetics. New York: Routlege Publishing, 2021.
- 2. Camargo Z, Almeida ANP. 2020. Fonoaudiologia: perfil do profissional e história da disciplina. In: *Verbetes LBASS*. Disponível em: <a href="http://www.letras.ufmg.br/lbass/">http://www.letras.ufmg.br/lbass/</a>.
- 3. Hayward K. (2014). Experimental phonetics: An introduction. Routledge.Lass, N. (Ed.). Contemporary issues in experimental phonetics. Elsevier.
- 4. Barbosa PA, Madureira S, Passetti R, Brescancini C. (2021). Fonética, que bicho é esse? Cadernos de Linguística. 2. 01-19. 10.25189/2675-4916.2021.v2.n1.id325.
- 5. Camargo Z. (Org). Fonética Clínica: 20 anos de LIAAC. 1 ed. São José dos Campos: Pulso, V.1, 2016. Disponível em: <a href="https://www5.pucsp.br/liaac/download/foneticaclinica2016camargo\_org.pdf">https://www5.pucsp.br/liaac/download/foneticaclinica2016camargo\_org.pdf</a>
- 6. Boersma P, Weenik D. (2022). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.2.14, retrieved 23 May 2022 from <a href="https://www.praat.org">https://www.praat.org</a>

## Capítulo 2

## Fala esofágica: dados anatomofisiológicos e acústicos

Profa Dra Cleybe Hiole Vieira
Profa Dra Sandra Madureira

#### Resumo

Este estudo investiga, por meio de técnicas de imagem e de análise acústica, características fonatórias e articulatórias de produções da fala esofágica (FE) de um sujeito laringectomizado total. A avaliação das condições anátomo-fisiológicas por meio de exames de imagem incidiu sobre as estruturas e mecanismos da neoglote, as paredes da faringe, o esfíncter velofaríngeo e o posicionamento da língua. Como referência para a análise acústica, que focalizou as medidas de duração de consoantes plosivas e fricativas do português brasileiro, investigou-se, também, um sujeito de fala laríngea (FL). A investigação por técnicas de imagem evidenciou o mecanismo de abdução e adução da neoglote em momentos de introdução de ar (IA) perceptível auditivamente e a contração das paredes faríngeas na produção da "fonte sonora" e a produção de "clunc" duplo, com grande sistematicidade acompanhado de uma dilatação na região anterior do pescoço que indica a entrada do ar. A análise acústica revelou que os valores de duração dos segmentos fônicos na FE são sempre maiores do que os da FL. Este fato pode ser atribuído às manobras realizadas na introdução de ar (IA) durante a fala, as quais implicam em todo um movimento de deglutição ou de meia deglutição está embutido nos movimentos articulatórios e fonatórios. No entanto, essa diferença de duração dos segmentos linguísticos não descaracteriza a produção dos fonemas obstruintes do português brasileiro. Nas considerações finais, tecem-se algumas reflexões sobre o trabalho desenvolvido na reabilitação do paciente laringectomizado na clínica fonoaudiológica.

Descritores: Voz esofágica; Neoglote; Fonética Clínica; Medidas acústicas de duração

#### Introdução

Este capítulo apresenta um estudo que investiga, por meio de técnicas de imagem e de análise acústica, características fonatórias e articulatórias da produção da fala esofágica (FE) de um sujeito laringectomizado total. A expressão Fala Esofágica (FE) ao invés de Voz Esofágica (VE) pretende assinalar a incorporação dos fenômenos articulatórios na produção oral/vocal do sujeito. Estudos desta natureza estão inseridos dentro do campo da Fonética Clínica, em que se adota a fundamentação teórica da Fonética Acústica para interpretar as manifestações clínicas desviantes da produção da fala.

O capítulo está estruturado em seis seções: os estudos anátomo-fisiológicos; caracterização da voz esofágica; procedimentos metodológicos de análise dos dados; apresentação dos resultados das análises; interpretação dos dados e considerações finais.

#### Os estudos anatomofisiológicos e a neoglote

O câncer de laringe pode ser caracterizado como a doença mais grave a atingir este órgão, uma vez que, se diagnosticado em estado avançado, pode implicar em sua retirada total. Esse procedimento denominado laringectomia total com ou sem esvaziamento cervical consiste na retirada da laringe e estruturas relacionadas; a traqueia é rodada e suturada ao pescoço¹. Dessa forma, há a interrupção das vias aéreas superiores e inferiores e a respiração ocorre por meio do traqueostoma, localizado no pescoço; a perda da voz laríngea é definitiva. A voz esofágica (VE) é uma das possibilidades para que o sujeito volte a ter voz para se comunicar.

Para melhor compreensão do mecanismo de produção da voz esofágica (VE)<sup>2,3</sup>, é importante ter em mente que o esôfago é um tubo muscular, com cerca de 25 cm de comprimento, que se estende da parte inferior da faringe (limite inferior da cartilagem cricóide e na altura da sexta vértebra cervical) até a entrada do estômago (ao nível da 11³/12³ vértebra torácica). Em ambas as regiões de transição, isto é, faringoesofágica e esôfagogástrica, encontra-se uma região de alta pressão e capacidade de contração<sup>4,5</sup>. Estas regiões são denominadas esfíncteres: esfíncter esofágico superior (EES) e inferior (EEI), respectivamente.

A organização muscular do esôfago é composta por duas camadas, uma externa longitudinal e uma interna circular. O terço superior é constituído por fibras musculares do tipo estriado e por fibras do tipo liso em seu terço inferior. O terço médio se caracteriza por ser uma região de transição entre as fibras musculares. A musculatura da parede da área de transição faringoesofágica é formada pelo fascículo cricofaríngeo (músculo estriado) do músculo constritor inferior da faringe e sua configuração morfológica se constitui em anel muscular incompleto<sup>6</sup>, isto é, não há o fechamento circular completo<sup>7</sup>.

Na literatura considera-se que o esfíncter esofágico superior é o mais importante para a produção da VE<sup>8</sup>, sendo considerado como a neoglote por excelência<sup>9,10,11,12</sup>. Estudos anteriores<sup>13,14</sup> consideram que a neoglote é, também, constituída pela parte inferior da faringe (músculo constritor inferior da faringe); nesse caso, o termo neoglote faz referência ao segmento faringoesofágico (SFE). Essa posição traz consigo a ideia de que a produção do som após a laringectomia é resultante de múltiplas fontes de vibração<sup>7</sup>.

Estudos acrescentam que além da participação de toda a musculatura da região, a contribuição da mucosa da parede posterior da hipofaringe, que se projeta ativamente em seu lúmen formando a "proeminência da neoglote", tem estreita relação com a qualidade na produção da voz esofágica<sup>15</sup>.

Em relação à localização e características da neoglote, estudos apresentam a existência de grande variabilidade dessa estrutura e observam que essas diferenças guardam relação tanto com a habilidade da aquisição da nova voz quanto com a sua qualidade sonora<sup>7,9,15</sup>. Tal variabilidade compreende vários aspectos, desde a possibilidade de dilatação e forma da neoglote<sup>5,7,16</sup> seu comprimento e sua localização em relação à coluna cervical<sup>15,17</sup>; a tonicidade de sua musculatura<sup>18</sup> e, ainda a forma da neoglote de acordo com a função desempenhada: fonação, deglutição, sopro<sup>10</sup>.

Alguns tipos de neoglote foram descritos tendo como critério a sua forma. São eles: arredondado, proeminente, plano, curto, longo, estreito e largo<sup>7,19</sup>. Outros estudos definiram como critério de avaliação da neoglote, o grau de contato da proeminência do segmento faringoesofágico (SFE) com sua parede anterior, classificados como: contato ausente ou leve, moderado e intenso; sendo que a melhor qualidade vocal está associada ao contato moderado<sup>15</sup>.

Acredita-se que a variabilidade da estrutura anátomo-fisiológica da neoglote encontrada entre os sujeitos laringectomizados é resultante do complexo processo de reconstrução da região da faringe e esôfago no ato cirúrgico, no qual se pretende preservar íntegras as estruturas do esfíncter, o que nem sempre é possível. Por outro lado, alguns autores têm sugerido a possibilidade de modificações da localização e configuração da neoglote em função do treinamento e uso da VE<sup>7,8,9</sup>.

Apesar da necessidade de continuidade de pesquisas nesse tema, alguns achados são de consenso na literatura. Por exemplo, sabe-se que a localização da neoglote varia entre a C3 e C7 (C = vertebrais cervicais), estando na maioria dos casos na altura da C5-C6. Quanto ao comprimento da neoglote, pesquisa tem demonstrado medida média de 17,95 mm<sup>15</sup>. A tonicidade da neoglote tem relação à qualidade da fala produzida<sup>18</sup>, sendo que a hipertonicidade e o espasmo da neoglote são consideradas as maiores causas de fracasso na aquisição da VE/VTE<sup>15,20</sup>.

Para facilitar a compreensão do que foi exposto, apresentam-se, a seguir, algumas figuras das estruturas anatômicas envolvidas. Na Figura 1, num plano sagital da região da cabeça e pescoço, observa-se o osso hioide, a estrutura da laringe com a prega vocal (pv), a traqueia e o esôfago.

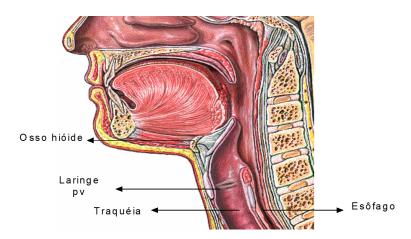
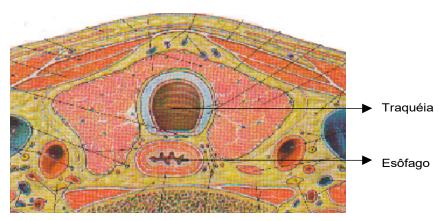


Figura 1 - Plano sagital da região de cabeça e pescoço<sup>21</sup>.

Fonte: ADAM (1997). CD-Rom

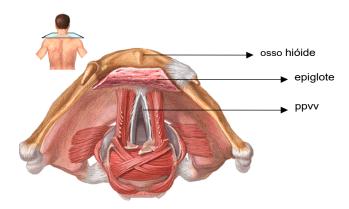
Como já descrito anteriormente, a localização do esfíncter superior do esôfago corresponde à 5<sup>a</sup> vértebra cervical e ao segundo anel cartilaginoso na traqueia. Nas laringectomias totais, geralmente, ocorre a retirada de toda estrutura laríngea, desde o osso hioide até as primeiras cartilagens da traqueia, ocorrendo a interrupção das vias aéreas superiores e inferiores.

Na Figura 2, apresenta-se um plano transverso na altura da segunda cartilagem da traqueia, permitindo a visualização anatômica do esôfago (da camada muscular externa longitudinal e a interna circular).



**Figura 2** - Plano transverso da região cervical ao nível da segunda cartilagem traqueal<sup>22</sup>. Fonte: Sobotta (1988)- Vol 1 - pg 181.

O que se quer ressaltar é a estrutura muscular da região superior do esôfago, que terá grande importância na configuração da neoglote<sup>7</sup>. Ao comparar essa região do esôfago com a estrutura laríngea normal, também num plano transverso, na Figura 3, facilmente identifica-se a diferença entre as estruturas. Mesmo assim, a neoglote, vai desempenhar a função de fonte sonora tanto na voz esofágica (VE) como na voz traqueoesofágica (VTE).



**Figura 3** - Estrutura laríngea normal num plano transversal<sup>21</sup> Fonte: ADAM (1997). CD-Rom

Todas essas informações demonstram que a aquisição da VE não é um processo fácil e o que se observa na clínica é uma grande variabilidade no resultado terapêutico de caso a caso. Uma musculatura especializada para o processo de deglutição é convocada a cumprir um papel a mais: modificar a corrente de ar, vibrar e produzir som. A aprendizagem da VE requer o controle voluntário dessa musculatura para a introdução do ar (IA) da cavidade oral para o reservatório do esôfago; manutenção desse ar por um breve período, para então realizar sua expulsão, colocando em vibração a mucosa da neoglote.

Para finalizar esta seção, é importante ressaltar que o sucesso da aquisição da VE apresenta íntima relação com os aspectos de forma e função das estruturas residuais, entretanto, não se pode esquecer que outros fatores interferem, como a idade do paciente, estado de saúde geral, posição subjetiva frente ao impacto emocional sofrido. Estes aspectos são de suma relevância, no entanto, não fazem parte do escopo deste trabalho.

#### Caracterização da Voz Esofágica (VE)

Com as modificações anatômicas decorrentes da laringectomia total, a questão básica a ser superada para a aquisição da VE é a introdução do ar (IA), uma vez que não há mais comunicação entre as vias aérea

superiores e inferiores. Isto pode ser obtido por meio de três métodos: deglutição, aspiração ou injeção do ar bucal.

No método da deglutição, toda a movimentação dos órgãos fono-articuladores, realizada no processo de deglutição, é utilizada para introduzir o ar no esôfago. Este ar deve ser mantido no reservatório esofágico, para então colocar a neoglote em vibração, quando é expulso do mesmo. Alguns estudos<sup>20</sup> apresentam restrições quanto ao uso deste método, pois referem que a quantia de ar deglutida é de apenas 80cc, sendo esta rapidamente exalada. Estimam que, com esta quantidade de ar, a fala é interrompida a cada 6-10 sílabas e o processo de reabastecimento por meio de nova deglutição de ar é lento. Desse modo, pode-se já inferir que a deglutição de pouco ar apresentaria consequências prosódicas na VE.

Na produção da VE pelo método da inalação do ar deve-se realizar uma inspiração de ar. Este ar que entra, rapidamente, através do estoma, para os pulmões, cria uma pressão negativa na caixa torácica, a qual é refletida no esôfago. Esta súbita queda de pressão negativa no esôfago provoca a entrada do ar da boca e nariz para o esôfago<sup>23,24</sup>. Neste método, a respiração é superficial e frequente, e a fonação se restringe a poucas sílabas por dificuldades na duração da vibração da neoglote<sup>23,24,25</sup>.

No método de injeção de ar, utiliza-se da língua para introduzir o ar no esôfago. A língua deve ser pressionada contra o palato, o véu palatino fecha a cavidade nasal e a língua é levantada e retraída para comprimir o ar em direção à cavidade faríngea. Verificou-se que as consoantes plosivas desvozeadas /p, t, k/ facilitam a injeção do ar no esôfago, ocorrendo menor gasto de energia, bem como menor interrupção da fala em comparação com os outros dois métodos descritos anteriormente<sup>23,24,25</sup>. Outros autores confirmam esta hipótese, afirmando que a pressão intraoral obtida com o fechamento do esfíncter velo-faríngeo e dos lábios, durante a produção dessas consoantes, tem a capacidade de vencer a resistência da musculatura da neoglote, que se encontra aduzida em posição de repouso<sup>9,26,27</sup>. Esta manobra de (IA), associada a um movimento próprio da articulação dos sons da fala, a torna mais eficiente, no sentido de rapidez, sem impor pausas à fala, além de facilitar o reabastecimento de ar.

Apesar de haver esta distinção entre os mecanismos de (IA), o que se observa na prática clínica é o uso associado de dois modos de (IA), como é o caso do sujeito em estudo neste trabalho, que refere fazer uso do método de deglutição e de injeção de ar.

Em linhas gerais, o primeiro passo para a aprendizagem da VE é a aquisição do controle voluntário da introdução e expulsão do ar, por qualquer que seja o método. Este passo inicial pode ser rapidamente obtido, conforme é descrito na literatura; entretanto, o uso efetivo da VE e a sua qualidade dependem de um longo processo de treinamento.

#### Procedimentos Metodológicos de Análise

Nesta seção são abordados os procedimentos de coleta e análise de dados fisiológicos e acústicos realizados para investigar por meio de técnicas de imagem e de análise fonético-acústica, características fonatórias e articulatórias de produções de fala esofágica (FE).

#### a. Sujeitos da Pesquisa

Este estudo engloba as produções de um sujeito laringectomizado total, do sexo masculino, 52 anos, submetido à laringectomia total com esvaziamento cervical, tendo adquirido FE 6 meses após a cirurgia. E de um sujeito controle do sexo masculino, do sexo masculino, 47 anos, sem queixas vocais. Os dados do sujeito controle estão apresentados com a sigla FL, que indica, fala laríngea.

Os procedimentos apresentados para avaliação nesta pesquisa de amostras de fala foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da PUCPR da cidade de Curitiba, sob registro CEP no. 82 (Of.019/2003) e respeita os preceitos de pesquisas

envolvendo seres humanos segundo a resolução 196, de outubro de 1996, promulgada pelo Conselho Nacional de Saúde. Obteve-se, também, o termo de consentimento livre e esclarecido dos sujeitos da pesquisa.

#### b. Coleta de dados anátomo-fisiológicos do sujeito laringectomizado total

#### b.1. Dados médicos

O diagnóstico foi de tumor maligno T3N0Mx, o que representa ser um tumor primário com fixação das pregas vocais (T3), não apresentando nódulos na região cervical (N0) e sem metástase (Mx).

A conduta adotada foi a realização de laringectomia total com esvaziamento cervical modificado, isto é, retirada total da laringe e da musculatura cervical com preservação do músculo esternocleidomastoídeo, da veia jugular interna, da artéria carótida e dos nervos vago e acessório. Não houve necessidade de realização de radioterapia, nem quimioterapia.

#### b.2. Exames realizados

**Telefaringoscopia:** realizado em aparelho telescópio Comeg Germany<sup>™</sup> 1720081685, 70º. A gravação foi feita em vídeo Toshiba<sup>™</sup> M 5330 TL, com fita JVC T-120SX. Utilizou-se de anestésico tópico, xylocaina 10%, para inibir reflexo de vômito. Foram inspecionadas a base da língua, a orofaringe e a neoglote.

Nasofaringoscopia: gravação realizada em aparelho flexível Machida™ ENT-30P111, em vídeo Toshiba™, modelo M 5330 TL, com fita JVC T-120SX. Este exame foi feito logo após a telefaringoscopia, com efeito do anestésico local. Foram inspecionados o esfíncter velo-faríngeo, a orofaringe e a neoglote. Três repetições da sequência VCV, sendo V a vogal central e C as consoantes oclusivas e fricativas do português brasileiro.

**Endoscopia:** realizada em aparelho Olympus<sup>TM</sup>, EVIS - 100, Japan, A gravação foi feita em vídeo Toshiba<sup>TM</sup> model M 5330 TL, com fita JVC T-120SX. Utilizou-se de sedação com valium 20mg. Foram inspecionados o esôfago, a neoglote e o esfíncter inferior.

**Videofluoroscopia:** realizada em equipamento Toshiba<sup>™</sup>, model KXO – 80N, DFW – 10 B. A gravação foi feita em vídeo Facit<sup>™</sup> com fita JVC T-120SX. As imagens de registro foram feitas em PA (póstero-anterior), perfil direito e esquerdo. Foram inspecionados os articuladores, orofaringe e da neoglote na deglutição e fonação.

Para o exame da deglutição, utilizou-se de contraste bário líquido, bariogel, sulfato de bário 100%, do laboratório Cristália, e do espessante *Resource – Thicken up*, do Laboratório Novartis<sup>TM</sup> com as seguintes consistências: pastoso grosso -2% colheres de sopa rasas; pastoso fino -2 colheres de sopas rasas; líquido engrossado -1% colher de sopa; líquido - água.

Para a coleta de dados durante a fonação, solicitou-se ao paciente três repetições da vogal [a] e das sequências VCV com as consoantes obstruentes do português brasileiro. As produções orais, realizadas durante esses exames, foram gravadas por meio do gravador Sony™ MD, com microfone estéreo de lapela em fita Sony™, digital 74. A seguir, uma nova edição da fita de vídeo (JVC T-120SX), agora com sonorização das imagens, foi obtida para se efetivar a análise dos dados. Essa fita das imagens sonorizadas foi editada em estúdio profissional do laboratório do LUMEN da PUCPR.

#### b.3. Coleta de dados para análise linguística

#### b.3.1. Corpus

O corpus deste estudo incide sobre as frases veículo (doravante FV) com uma sequência constituída por vogal consoante vogal: "Diga VCV pra ele", sendo utilizada a vogal central baixa como núcleo silábico

tônico e, como consoante, os sons oclusivos e fricativos que se diferenciam em vozeados e não vozeados. As FV constituem parte de um corpus mais amplo analisado pela autora<sup>28.</sup>

O procedimento de coleta foi realizado por meio da leitura das (FV). As frases veículo e os enunciados foram apresentados em lista digitada em fonte *Times New Roman*, tamanho 14. Cinco listas foram apresentadas aos sujeitos, sendo a ordem das sentenças intercaladas aleatoriamente. Desse modo, o *corpus* coletado constou de sessenta e cinco repetições de FV.

Os dados foram coletados em uma cabina acusticamente tratada, com uso de microfone profissional, unidirecional, acoplado ao *Computer Speech Lab* (CSL), modelo 4300B, da *Kay Elemetrics Corp.*™, com 22050 kHz de taxa de amostragem. O *software Multispeech* modelo 3700, da *Kay Elemetrics Corp.*™, foi utilizado para análise computadorizada. Os ajustes usados para extração das medidas de duração no espectrograma foram: 125 pontos, ordem do filtro: *Hanning*, pré-ênfase 0,98, *palette* 40dB.

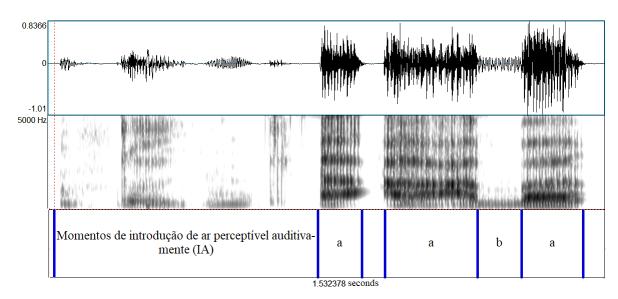
Os procedimentos compreenderam: inspeção acústica das amostras de fala; confrontação entre os contornos de duração das unidades VCV. As medidas extraídas foram: duração das unidades VCV; duração das consoantes; duração do VOT das consoantes oclusivas.

#### b.3.2. Filmagem em vídeo

Realizou-se em sala silenciosa, com filmadora *Panasonic Corp.*™, *palmcorder* IQ, X10, em fita JVC 30 VHS, um vídeo de AC. O sujeito encontrava-se sentado.

#### c. Procedimentos de inspeção acústica dos dados e de medição do parâmetro de duração

A inspeção acústica dos dados e a segmentação das vogais e consoantes foi realizada a partir do traçado da forma da onda e do espectrograma de banda-larga, como demostrado a seguir na Figura 4 realizada no PRAAT<sup>29</sup>, software de análise acústica desenvolvido por Paul Boersma e David Weenink da Universidade de Amsterdam.



**Figura 4** - Forma de onda, espectrograma de banda larga e camada de anotação e de transcrição ortográfica de produção de "a *aba*" produzida em pelo sujeito laringectomizado.

Fonte: elaborada pelas próprias autoras

A extração das medidas de duração foi realizada na forma da onda com referência ao espectrograma de banda larga.

#### d. Análise estatística dos dados

Foi aplicado um teste de hipóteses para verificar a relação estatística entre os conjuntos de medidas comparadas. O nível de significância estabelecido foi de 0.05 (p.valor).

#### Apresentação dos resultados da inspeção de dados

#### a. Análise da filmagem em vídeo

Na filmagem observou-se a presença de um "clunc" duplo na produção de FE, com grande sistematicidade. Este ocorre no início das produções e, também, quando a (IA) é feita por meio da deglutição do ar. Nesses momentos, visualiza-se uma dilatação na região anterior do pescoço que indica a entrada do ar. Ao realizar os movimentos de deglutição para a (IA), há grande movimentação de lábios e língua, sendo que a ponta da língua se encontra anteriorizada.

Ao fazer a contagem dos números de 1 a 10, com taxa de elocução mais rápida, a frequência dos "cluncs" diminui significativamente. Acredita-se que, nessas situações, a forma de (IA) seja a injeção de ar, bem como diante dos sons plosivos não vozeados em que a (IA) é mais silenciosa e rápida. Essas observações confirmam as informações dadas pelo sujeito, que refere ter que deglutir o ar para começar a falar e que procura realizar a injeção de ar no decorrer da fala, por ser menos ruidosa e mais rápida.

#### b. Análise do Dados Fisiológicos

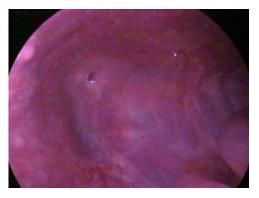
Na Figura 5 visualiza-se a neoglote durante o exame endoscópico. Observe-se a mucosa íntegra e a presença da barra da neoglote formada na parede posterior da faringe.

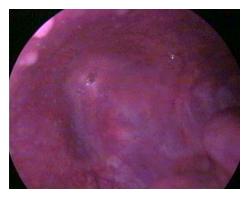




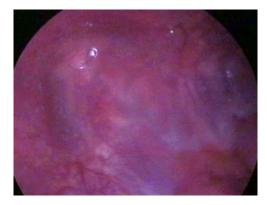
**Figura 5** - Visão da neoglote durante endoscopia. Fonte: elaborada pelas próprias autoras

As Figuras 6 e 7 mostram diferentes momentos da neoglote, em abdução e adução durante a telefaringoscopia, em que se visualiza o espaço orofaríngeo amplo e no ângulo inferior direito o final da raiz da língua.





**Figura 6** - Imagem de telefaringoscopia: à esquerda neoglote em abdução e a direita início do movimento de adução. As setas superiores indicam a neoglote e as do ângulo inferior direito a raiz da língua. Fonte: elaborada pelas próprias autoras

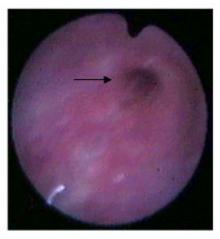




**Figura 7** - Imagem de telefaringoscopia: neoglote em adução total, visualizando-se a barra na parede posterior da faringe.

Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Na Figura 8, a seguir, uma outra visão da neoglote em abdução durante o exame nasofaringoscopia; esta imagem ocorreu durante a (IA).



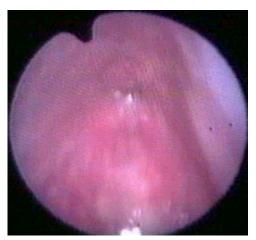
**Figura 8** - Neoglote em abdução durante nasofaringoscopia. Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Na Figura 9, apresenta-se a imagem do esfíncter velofaríngeo que se encontra bem configurado e com fechamento adequado. Visualiza-se a elevação do palato mole e a constrição das paredes laterais da faringe.



**Figura 9** - Imagem do esfíncter velo-faríngeo durante nasofaringoscopia. Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Estas imagens iniciais mostraram as características morfológicas da neoglote, bem como seu mecanismo de abdução e adução em momentos de (IA). Na Figura 10, mostra-se a neoglote em fonação durante o exame da nasofaringoscopia.





**Figura 10** - Imagem da neoglote durante nasofaringoscopia, à esquerda início da produção da vogal [a] sustentada e à direita a vogal [i] sustentada. As setas apontam para a neoglote.

Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Observe-se a grande presença de saliva durante a fonação, que pode ter sido desencadeada pelo anestésico tópico aplicado durante o exame. Cabe ressaltar que não se constataram efeitos na qualidade vocal. Nota-se uma diferença relevante na configuração da neoglote entre as emissões. A vogal foi produzida de maneira entrecortada e, na sua imagem, verifica-se a presença mais proeminente da barra posterior da neoglote.

As próximas imagens da Figura 11, retratam uma sequência da produção da vogal anterior média-baixa produzida de forma sustentada.







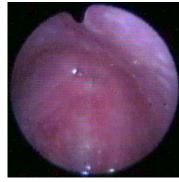
**Figura 11**- Imagens da neoglote durante nasofaringoscopia na produção da vogal [ε] sustentada. A seta aponta para neoglote encoberta por saliva.

Fonte: elaborada pelas próprias autoras

A imagem à esquerda corresponde ao início da fonação; na imagem central tem-se a porção média da emissão, em que se visualiza a aproximação das paredes laterais da faringe. Já na imagem da direita, final da produção da vogal, praticamente não se visualiza a neoglote e tem-se uma grande constrição da orofaringe.

Para finalizar a apresentação das imagens do exame da nasofaringoscopia, na Figura 12, mostra-se a neoglote durante a emissão das consoantes oclusivas bilabiais.





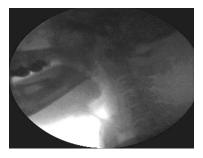


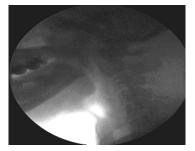
**Figura 12** - Imagens da neoglote durante nasofaringoscopia: à esquerda, imagem da neoglote no momento da emissão do [p] em ['apa]. A imagem central corresponde ao [b] em ['aba]. Na imagem à direita, visualiza-se a neoglote em repouso, após o término das três repetições de ['aba]. Observa-se, também, a presença de grande quantidade de saliva. Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Observando-se atentamente as Figuras 11 e 12, verifica-se que a neoglote e as paredes da faringe formam a 'nova fonte sonora', uma vez que as paredes da faringe, também, tendem a se aproximar, num movimento que lembra o das pregas vocais.

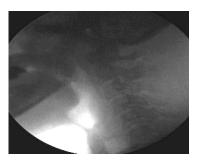
Por meio do exame de videofluoroscopia, explorou-se, ainda, a visualização das estruturas orais e faríngeas durante a fonação. A figura apresentada é a que melhor se configurou durante o exame, na imagem em 'pause'.

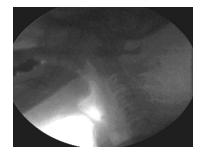
As imagens das imagens nas Figuras 13, 14 e 15 correspondem as consoantes oclusivas; as 16, 17, 18 e 19 das consoantes fricativas. Notam-se diferenças na configuração da neoglote entre as consoantes não vozeadas e vozeadas, quanto ao seu grau de adução. Visualiza-se maior distância da neoglote em relação à parede anterior da faringe nas consoantes fricativas não vozeadas.



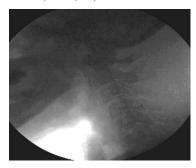


**Figura 13** - Produção de ['a p a] à esquerda e de ['a b a] à direita durante videofluoroscopia. Fonte: elaborada pelas próprias autoras



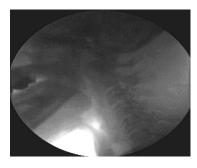


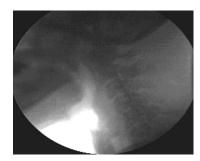
**Figura 14** - Produção de ['a t a] à esquerda e de ['a d a] à direita durante videofluoroscopia. Fonte: elaborada pelas próprias autoras



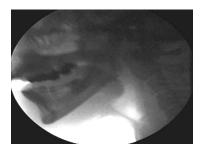


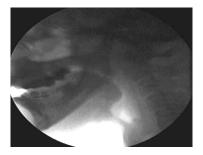
**Figura 15** - Produção de ['a k a] à esquerda e de ['a g a] à direita durante videofluoroscopia. Fonte: elaborada pelas próprias autoras



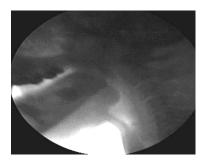


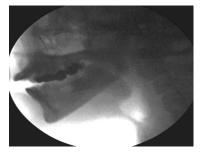
**Figura 16** - Produção de ['a f a] à esquerda e de ['a v a] à direita durante videofluoroscopia. Fonte: elaborada pelas próprias autoras





**Figura 17** - Produção de ['a s a] à esquerda e de ['a z a] à direita durante videofluoroscopia. Fonte: elaborada pelas próprias autoras

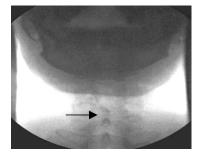




**Figura 18** - Produção de ['a ʃ a] à esquerda e de ['a ʒ a] direita durante videofluoroscopia. Fonte: elaborada pelas próprias autoras

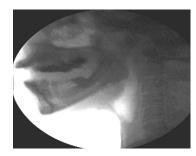
Nas próximas imagens em perfil e em PA da imagem da Figura 19, mostra-se a produção da vogal [a] sustentada. Durante o exame com a imagem em movimento, visualiza-se ampla vibração da mucosa tanto na região supraneoglótica como na subneoglótica.

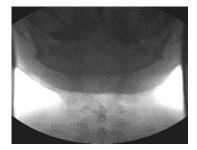




**Figura 19** - Imagens da produção do [a] sustentado durante videofluoroscopia; à esquerda em visão lateral e à direita em PA. A seta está indicando a neoglote, observe-se a presença de ar na região subneoglótica e supraneoglótica Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Na Figura 20, visualizam-se imagens em perfil e em PA da neoglote em repouso, observe-se a presença de ar na região supraneoglótica.

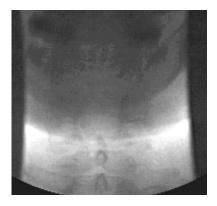




**Figura 20** - Imagem da neoglote em repouso durante videofluoroscopia; à esquerda em visão lateral e à direita em visão PA. A seta indica a posição da neoglote.

Fonte: elaborada pelas próprias autoras

A Figura 21 corresponde à imagem da região cervical em corte PA com objetivo da mostrar a neoglote em abdução durante (IA).



**Figura 21** - Imagem da neoglote, em visão (PA), no momento da (IA) durante videofluoroscopia; as setas mostram as bordas da neoglote, visualizando-se o espaço entre elas que representa a passagem do ar. Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Comparando todas essas imagens, verifica-se que a localização da neoglote se mantém constante, na altura da 5ª vértebra cervical. A configuração da cavidade orofaríngea, da neoglote e do dorso da língua modifica-se entre os sons. Visualiza-se uma diferença nas imagens: de um lado, as consoantes plosivas e a vogal sustentada e, de outro, as fricativas. No primeiro caso, a neoglote se apresenta melhor configurada, em relação ao seu contorno e ao ponto de contato moderado com a parede anterior quando comparada ao que ocorre nas fricativas. Um outro ponto a ser destacado é quanto à largura da neoglote, esta se diferencia, dependendo do som produzido.

Na análise da fita em vídeo do exame de videofluoroscopia, em que é possível visualizar a dinâmica das estruturas em ação, observou-se, ainda, que a língua está anteriorizada na deglutição e na articulação das consoantes alvéolo-dentais /t/ e /d/. Nas (IA)s, geralmente acompanhadas de 'clunc' duplo, verificou-se que ocorrem vários movimentos repetitivos de vedamento labial e elevação de ponta de língua. A seguir, observa-se a ondulação da língua com movimentos semelhantes ao de deglutição. Considerou-se então, que esta (IA) é realizada pela deglutição do ar. No momento seguinte, visualiza-se a entrada do ar na região faríngea com dilatação da região anterior do pescoço. É nesse momento da dilatação do pescoço que se ouve o 'clunc' duplo.

Um outro fato interessante é a análise da fala encadeada: os 'clunc' duplos diminuem em frequência, e o que se visualiza é um movimento rápido e repetitivo de posteriorização e abaixamento da língua, num movimento de meia deglutição. Aqui se considerou ser a (IA) realizada por meio da injeção de ar.

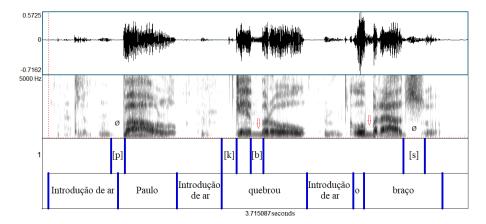
Nessa sequência de imagens da Figura 19, também é possível visualizar que a faringe se encontra ampla sem estenose e que a neoglote, em posição de repouso, encontra-se na altura da 5<sup>a</sup> vértebra cervical, como está demonstrado pelas setas no quadrante inferior esquerdo.

#### c. Análise dos Dados Acústicos

# c.1. Inspeção dos dados acústicos

A inspeção dos dados acústicos revelou que: a) A primeira (IA), que ocorre no início da fala de AC na produção das FV, tem uma duração maior do que as (IA)s ao longo de sua produção; b) as produções de sons vozeados/não vozeados se caracterizam respectivamente pela presença/ausência de barra de sonoridade; c) presença de ruído de longa duração acompanhado de sonoridade correspondente à fase de deglutição de ar; d) a injeção de ar corresponde à barra de sonoridade com duração curta.

A Figura 24 apresenta uma das frases produzidas pelo sujeito laringectomizado que integra o corpus maior coletado pela autora<sup>28</sup>.



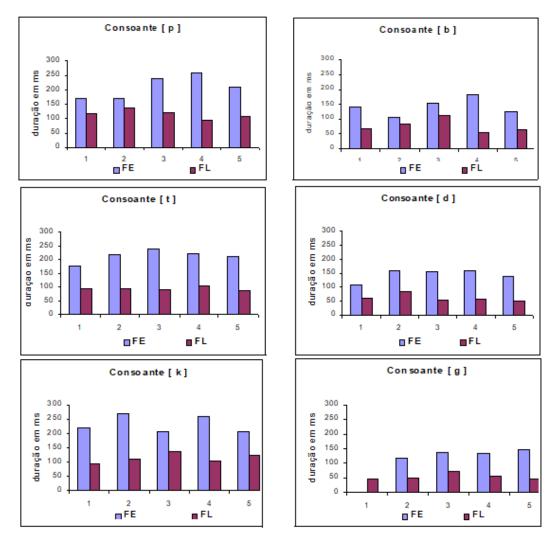
**Figura 24** - De cima para baixo, forma da onda, espectrograma de banda larga com indicações da ausência (símbolo de vazio) e presença (seta em vermelho) de barras de sonoridade, camadas de transcrição dos sons plosivos [p, k, b] e do som fricativo [s] e camadas de anotação e transcrição ortográfica.

Fonte: elaborada pelas próprias autoras

# c.2. Resultados da análise acústica do parâmetro de duração

#### c.2.1. Duração das consoantes: comparação entre FL e FE

Verificou-se que todas as medidas foram mais longas nas produções em FE. Pode-se notar que as consoantes oclusivas duram praticamente o dobro ou mais quando comparadas à FL, sendo que a diferença é maior nas consoantes não vozeadas (Figura 25 e Tabela 1).



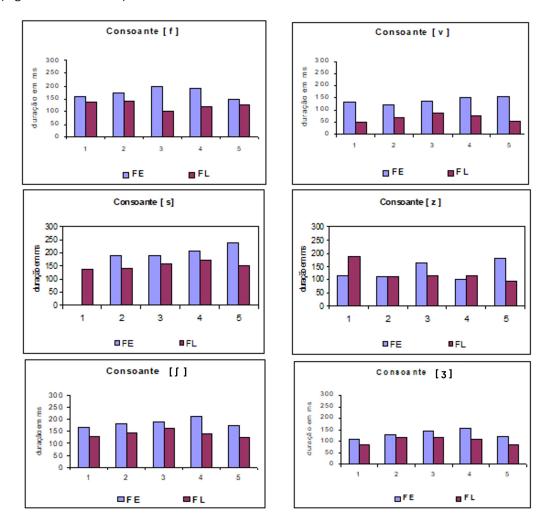
**Figura 25** - Gráficos comparativos entre medidas de duração em ms das consoantes oclusivas de FE e FL. Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Tabela 1 - Comparação da média dos valores de duração em ms das consoantes oclusivas entre FE e FL.

Som/ Mod. Fala	[p]	[b]	[t]	[d ]	[ k ]	[g]
FE	208	142	214	144	233	109
FL	114	77	94	60	114	52
Dif.	94	65	120	84	119	57

Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Entre as fricativas, a consoante /v/ guarda a mesma relação encontrada para as consoantes oclusivas. Para as demais fricativas, a diferença entre FE e FL diminui, sendo que as produções de /z/ são equivalentes (Figura 26 e Tabela 2).



**Figura 26** - Gráfico comparativos entre medidas de duração em ms das consoantes fricativas de FE e FL. Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Tabela 2 - Comparação da média dos valores de duração em ms das consoantes fricativas entre FE

e FL.

Som/ Mod. Fala	[f]	[v]	[s]	[ z ]	[ʃ]	[3]	[γ]
FE	177	140	206	139	183	132	85
FL	124	68	151	123	139	102	85
Dif.	53	72	55	16	44	30	

Legenda: --extração inviabilizada

Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Quanto à duração da oclusão pode-se verificar que nas consoantes não vozeadas é maior na FE como demonstra a Tabela 3 e que durante todo esse intervalo apresenta menor energia sonora do que na FL em todas as consoantes.

Tabela 3 - Média dos valores de duração em ms da oclusão das consoantes oclusivas não vozeadas.

Som/ Mod. Fala	[p]	[t]	[ k ]
FE	194	203	216
FL	97	71	114
Dif.	97	132	102

Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Diferenças significativas estatisticamente (p< .05) foram encontradas para todos os pares mínimos, tanto na FL como na FE. Já na análise interssujeitos, as diferenças ocorreram para todas as consoantes, exceto para [z].

Também foram encontradas diferenças estatisticamente significativas (p< .05) entre os valores de duração da vogal tônica na análise intrassujeito para FL, em todos os pares fricativos e nos oclusivos, apenas para [t] e [d]; [k] e [g]. Para a FE, nos pares [f] e [v]; [ʃ] e [ʒ]. Já na análise interssujeitos, as diferenças significativas estatisticamente (p < .05) ocorreram quando a vogal tônica antecedia as seguintes consoantes: [p], [t], [d], [k] e [z].

Nas Tabelas 4 e 5 acrescentamos informação sobre as medidas de duração do português brasileiro<sup>30</sup>, que denominamos como referência. Verifica-se que os dados da FL estão de acordo com essas medidas indicadas na tabela, a seguir:

Tabela 4 - Comparação da média dos valores de duração das consoantes oclusivas entre FE, FL e valores de referência. Os valores entre parênteses indicam o desvio padrão.

Som/ Mod. Fala	[p]	[b]	[t]	[d]	[ k ]	[g]
referência	120 (20)	86 (17)	113 (20)	71 (17)	121 (21)	67 (16)
FE	208 (39)	142 (30)	214 (24)	144 (20)	233 (30)	109 (12)
FL	114 (15)	77 (23)	94 (08)	60 (12)	114 (16)	52 (11)
Dif	94	65	120	84	119	57

Fonte: elaborada pelas próprias autoras

Tabela 5 - Comparação da média dos valores de duração das consoantes fricativas entre FE, FL e valores de referência. Os valores entre parênteses indicam o desvio padrão.

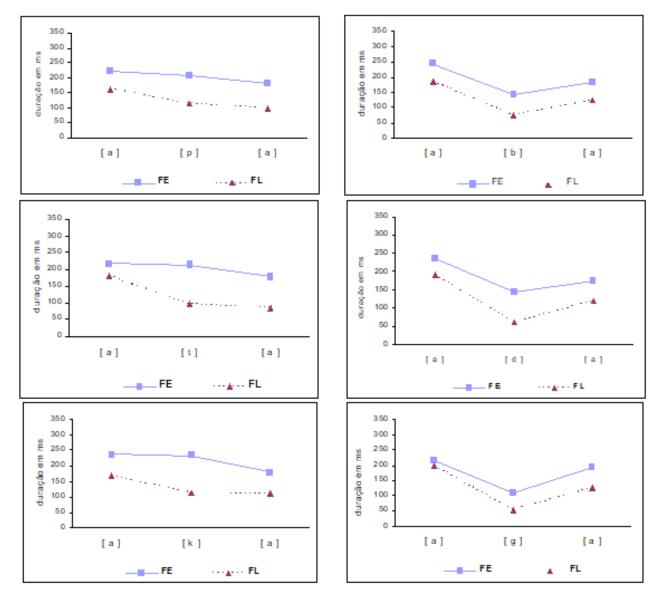
Som/	[f]	[ v ]	[s]	[z]	[]]	[3]	[γ]
Mod. Fala							
referência	138 (14)	78 (16)	143 (26)	87 (21)	143 (16)	89 (12)	62 (15)
FE	177 (22)	140 (14)	206 (23)	139 (35)	183 (17)	132 (19)	85 (12)
FL	124 (16)	68 (16)	151 (14)	123 (36)	139 (14)	102 (14)	85 (2)
Dif.	53	72	55	16	44	30	

Fonte: elaborada pelas próprias autoras

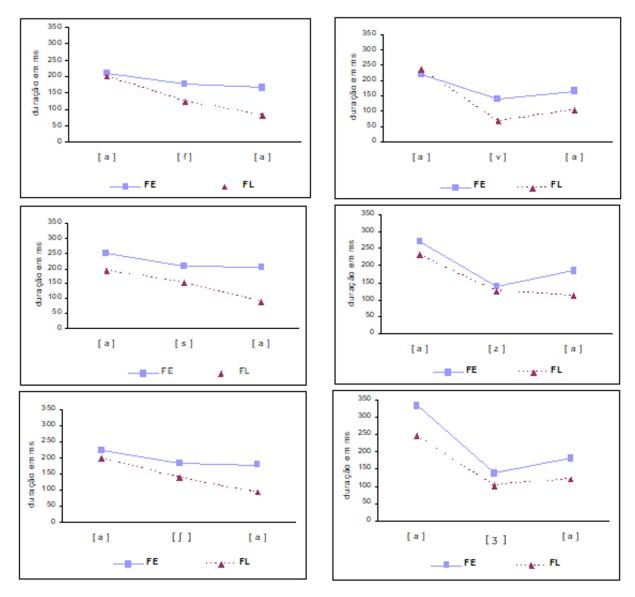
Observa-se que esses dados seguem a tendência encontrada na análise fonético-acústica de muitas línguas: as consoantes não vozeadas são mais longas do que sua contraparte vozeada<sup>30,31</sup>.

#### c.2.2 Comparação do contorno da duração das sequências VCV

Na comparação da duração média dos segmentos de cada sequência VCV, tem-se o traçado do contorno deles. Observa-se que em todos eles, o contorno é praticamente igual entre FE e FL, a diferença está em que FE sempre apresenta valores de duração maiores do que FL. Na Figura 27 estão os gráficos referentes aos sons oclusivos e na 28 os referentes aos sons fricativos.



**Figura 27** - Gráficos comparativos entre contornos das sequências VCV de FE e FL, contendo sons consonantais oclusivos. Fonte: elaborada pelas próprias autoras



**Figura 28** - Gráfico comparativo entre contornos das sequências VCV de FE e FL, contendo sons consonantais fricativos. Fonte: elaborada pelas próprias autoras

#### Interpretação dos resultados das análises de imagem e de acústica

#### a. Os dados fisiológicos

Comprovou-se que o sujeito laringectomizado realiza a (IA), tanto por meio da deglutição como da injeção do ar, e que a (IA) está sempre acompanhada de 'clunc' duplo, mais evidente na ocorrência da deglutição de ar. Sabe-se que a presença de 'clunc' pode ser sinal indicativo de estenose da região faríngea. Reunindo os dados da filmagem em vídeo de amostra de fala e dos exames clínicos realizados, verificou-se que os 'cluncs' coincidem com uma dilatação da região anterior do pescoço; na videofluoroscopia, visualiza-se uma ampla região faríngea alargando-se com a passagem do ar. As imagens da telefaringoscopia e da nasofaringoscopia mostram ampla região de faringe tanto em repouso como durante a fala. Desse modo, descarta-se a hipótese de estenose de faringe e oferece-se como explicação que o 'clunc' funciona como apoio perceptivo da própria (IA).

Ainda em relação à (IA), observou-se que, quando realizada por meio da deglutição, apresenta-se com vários movimentos repetitivos de vedamento labial, elevação da ponta de língua seguida de posteriori-

zação de seu corpo e da raiz e rápido contato do dorso da língua com o véu palatino. A (IA) feita pela injeção do ar ocorre com um movimento de ½ deglutição. Cabe ressaltar que o sujeito laringectomizado apresenta lábios volumosos e ponta de língua anteriorizada tanto na deglutição como na produção dos sons alveolares.

A deglutição de ar é utilizada como forma de (IA) sistematicamente no início da fala e no decorrer da fala ocorrem as injeções de ar. As primeiras são mais longas, mais ruidosas, sendo que na representação espectrográfica visualizam-se marcas de ruído, presença de traçado semelhante ao da 'barra de sonoridade' e, em algumas situações, traçado (configuração) rudimentar dos formantes da vogal seguinte. Na avaliação perceptivo-auditiva desse trecho do sinal, ouvem-se estalidos dos movimentos da língua. No espectrograma da injeção de ar visualiza-se apenas a barra de sonoridade, sendo importante ressaltar sua duração bem mais curta.

Na fala encadeada, os 'cluncs' duplos diminuem em frequência e o que se visualiza são movimentos rápidos e repetitivos da injeção de ar. Verificou-se, também, que diante dos sons plosivos não vozeados ocorre a (IA) por meio de injeção, confirmando os dados da literatura. Esses achados, também, vão de encontro com a autopercepção do sujeito, que refere ter que deglutir o ar para começar a falar e que procura realizar a injeção de ar no decorrer da fala, por ser menos ruidosa e mais rápida.

Observou-se que a (IA), independentemente de ser realizada por deglutição ou injeção de ar, sempre ocorre nos momentos de pausa e, desse modo, acredita-se que tenha duplo papel: de reabastecimento de ar e de fronteira prosódica. Em ambos, a segmentação da cadeia da fala não acontece de forma aleatória, as (IA)s ocorrem sempre em locais permitidos gramaticalmente, ou seja, este funcionamento fisiológico está submetido ao funcionamento da língua. AC não fala até o ar se esgotar e, então, faz uma (IA). Ele "aprendeu" a articular dois universos, o fisiológico e o linguístico.

Em relação à neoglote, visualiza-se nos exames clínicos que sua localização corresponde à 5° vértebra cervical. Sua configuração em repouso é de superfície plana em contato com a parede anterior. Tanto a configuração da cavidade orofaríngea e faríngea, como da neoglote, modificam-se de acordo com os sons produzidos. É possível visualizar durante a fonação na nasofaringoscopia a presença de diferentes graus de adução e abdução da neoglote. Na videofluoroscopia, numa visão lateral, vê-se a neoglote com duas barras proeminentes da parede posterior em determinados sons. Nas consoantes oclusivas desvozeadas e nas fricativas ela parece permanecer em relativa abdução, permitindo certo fluxo de ar.

Em função do músculo cricofaríngeo não ser um anel completo, ele propicia a proeminência da barra da parede posterior<sup>24</sup>. Várias são as medidas quantitativas da neoglote extraídas das imagens da videofluoroscopia que essa autora apresenta: mínima distância da neoglote até a parede anterior do esôfago em repouso (MINREST) e durante a fonação (MINPHON); máxima distância da região subglótica em repouso (MAXREST) e durante fonação (MAXPHON); área da superfície da barra da neoglote em repouso (SURREST) e durante fonação (SURPHON) mm2; proeminência da barra da neoglote em repouso (PROMREST) e durante fonação (PROMPHON); índice do aumento da distância máxima da subglote do repouso para fonação (INDEX MAXPHON/MAXREST)<sup>24</sup>.

Os achados a partir desses dados mostram toda a variabilidade e dinâmica da neoglote<sup>7</sup>. Estudos posteriores poderão ser realizados no sentido de tentar correlacionar tais medidas com os sons da língua.

Quanto à tonicidade da neoglote, encontram-se descritas na literatura as condições de normotonia, hipertonia e hipotonia. No primeiro caso, ocorre fechamento da neoglote, por meio de um contato dinâmico completo ou quase completo da barra da neoglote com a parede anterior do esôfago durante a fonação. Nos casos de hipertonia há um fechamento completo da neoglote durante a fonação, combinado com uma considerável dilatação do esôfago na região abaixo da neoglote. E, quando há hipotônica não há fechamento da neoglote. A voz de boa qualidade apresenta normotonia e hipertonia da neoglote<sup>7,24</sup>. De acordo com estes achados, considera-se que estamos diante de condições anátomo-fisiológicas de uma neoglote normotônica e contato moderado<sup>15.</sup>

#### b. Os dados acústicos

A média de duração das sequências VCV para a FL é de 400ms com grande regularidade; para FE é de 600ms para as sequências com consoantes oclusivas (mais longos para não vozeadas) e de 650ms para consoantes fricativas.

Focalizando os elementos linguísticos constituintes as sequências "VCV", tem-se que a vogal tônica foi mais longa para FE do que para FL, exceto nas ocorrências com a consoante fricativa anterior vozeada. Intrinsecamente a cada sujeito os achados são semelhantes: as vogais são mais longas diante de consoantes vozeadas, havendo na FE uma exceção para o par oclusivo velar, em que a relação se inverteu. Observe-se que este dado está em concordância com a teoria acústica: a vogal é mais longa diante de consoantes vozeadas e com outros estudos realizados com dados de voz traqueo-esofágica<sup>31,32</sup>.

Numa análise qualitativa, observou-se que na FE, quando da passagem da vogal tônica para as consoantes oclusivas não vozeadas, há a continuidade da barra de sonoridade, como se fosse necessário um tempo mais longo para a neoglote deixar de vibrar. Na FL há sinais dessa passagem, no entanto parece ser algo que permeia todo o trato e não somente a fonte sonora.

As produções da vogal tônica se mostraram diferenciadas entre FL e FE. Em FE, das 65 produções, 45 delas ocorreram de forma entrecortada, ou seja, início da sonorização da vogal, silêncio e continuidade da sonorização da vogal. A primeira parte foi sempre mais curta do que a última. Considera-se que a presença da vogal tônica entrecortada na FE seja efeito da hiperarticulação que incidiu na produção de todas as FV. A interpretação é de que houve um aumento de tensão que provocou uma constrição na neoglote e interrompeu sua vibração.

Considerando, agora, os dados da amostra de fala em que o foco foram as medidas acústicas de duração das consoantes obstruintes do português brasileiro, na análise interssujeitos verificou-se que os valores de duração para FE são sistematicamente maiores. Pode-se notar que as oclusivas duram praticamente o dobro na FE quando comparadas à FL. Observa-se maior diferença entre os valores das oclusivas não vozeadas, seguidas das vozeadas, encontrando-se menor variação entre as fricativas. A presença da (IA) associada à produção das oclusivas não vozeadas aumenta a sua duração, pois dois movimentos são produzidos simultaneamente: o da deglutição ou injeção de ar, em que os movimentos são todos de posteriorização, e os movimentos fonoarticulatórios.

Em relação à distinção da sonoridade, observa-se que na FE se encontra a mesma proporção de redução nas medidas de duração das consoantes vozeadas e não-vozeadas em comparação com a FL. A relevância deste dado está no fato de que esta distinção é realizada pela presença/ausência da vibração das pregas vocais (ppvv) e, no caso de FE, da neoglote. Nas oclusivas vozeadas as pregas vocais (ppvv) devem estar aduzidas para efetivar o vozeamento, sendo que a geração do ruído de turbulência, característico das fricativas, requer algum grau de abertura glotal<sup>31</sup>. Isto pode ser visualizado na nasofaringoscopia: a neoglote apresenta variabilidade de graus de adução/abdução durante a fonação, contrariando assim a afirmação de que a "neoglote se mantém em um estado contínuo de adução"<sup>33</sup>.

Comparando as análises realizadas entre os sons fricativos e oclusivos e considerando, também, o ponto articulatório, nota-se que as diferenças encontradas, entre FE e FL, têm maior incidência nos sons dento-alveolares. Autores afirmam que os dento-alveolares colocam muitas dificuldades do ponto de vista fisiológico, pois requerem controle motor fino do ápice e lâmina da língua. Imprecisões no grau de constrição na região dento-alveolar trazem problemas na distinção dos sons no PB, pois vários contrastes são produzidos nessa região<sup>34</sup>.

Para a FE, talvez se possa levantar mais um complicador: o movimento da língua para a (IA) e para a produção desses sons é conflitante: no primeiro o movimento é de elevação e posteriorização, no segundo de elevação e anteriorização. Entretanto, cabe ressaltar que apesar disso não há imprecisão articulatória na fala do sujeito em estudo, ou seja, tal controle motor é possível na FE. Em trabalho realizado sobre produção

e percepção das oclusivas, autores relatam que as dificuldades apresentadas pelo sujeito surdo tiveram maior incidência nos sons dento-alveolares e se traduziram por uma duração mais longa<sup>34</sup>.

Os contornos de duração das sequências VCV se mostraram similares. A diferença entre FL e FE está nos valores de duração, maiores para os segmentos fônicos em FE. Outro fato que necessita ser ressaltado é que as maiores diferenças dos valores de duração incidem nas consoantes plosivas não vozeadas /p, t, k/, fato este que pode ser justificado pela presença da (IA) nesses sons.

Na inspeção espectrográfica dos elementos analisados, verificou-se que na passagem da vogal tônica para as consoantes oclusivas não vozeadas na FE há presença de continuidade da barra de sonoridade, como se fosse necessário um tempo mais longo para a neoglote deixar de vibrar. Na FL o intervalo correspondente ao vozeamento é menor.

Quanto à coarticulação, pode-se pensar que é um refinamento articulatório mais complexo, mais difícil de ser realizado na situação da FE, uma vez que o que se observou nos espectrogramas de banda larga foi uma maior discretização dos elementos linguísticos.

A questão central e sistematicamente presente nos dados é a duração maior dos elementos linguísticos na FE. Esta diferença seria a consequência do ajuste necessário a ser feito para compensar a alteração orgânica sofrida. Existem três movimentos a serem controlados, quer dizer, a (IA), o controle da neoglote e os movimentos dos articuladores.

#### **Considerações Finais**

Neste estudo foi possível verificar que, apesar da grande modificação anatômica de corrente da laringectomia total, as estruturas residuais atingem alto grau de refinamento no desempenho das funções fonatória e articulatória.

Com o objetivo de apontar contribuições para a clínica fonoaudiológica na reabilitação do paciente laringectomizado, ressaltam-se alguns pontos para reflexão. Primeiramente, a questão da plasticidade da neoglote: foi observado que essa estrutura não dispõe do mesmo controle neuro-motor da laringe. No entanto, como mostraram os exames de nasofaringoscopia e videofluoroscopia, há um grande refinamento dos movimentos da neoglote, inclusive com diferenças entre os sons oclusivos e fricativos.

Frente ao exposto, deve-se repensar a afirmação corrente na área da Fonoaudiologia de que é um bom prognóstico o fato de os pacientes conseguirem "eructar" antes mesmo da cirurgia e de que a aprendizagem do controle da introdução e expulsão do ar na VE é rapidamente adquirida. Estas informações podem contribuir para o alto índice de desistência de pacientes no tratamento, uma vez que, ao não conseguirem atingir a meta em curto prazo, sentem-se fracassados.

Na verdade, a distinção realizada neste trabalho entre VE e FE aponta para o fato de que a aquisição do som, ou seja, a substituição da fonte sonora é o primeiro passo, mas que a transformação desse som em fala não é algo automático e não ocorre sem um treinamento específico. Esse processo requer muito refinamento e integração entre a fonte sonora e todo o trato vocal e, por isso mesmo, é necessariamente longo.

Quanto aos aspectos articulatórios, verificou-se, com sistematicidade, que a grande diferença entre um bom falante de FE e um falante de FL está nas medidas de duração dos segmentos linguísticos, as quais são sempre maiores na FE. Verificou-se que as consoantes oclusivas desvozeadas são as mais atingidas, fato que pode ser atribuído às manobras realizadas na (IA) durante a fala, pois ocorre todo um movimento de deglutição ou de ½ deglutição, que estão embutido nos movimentos articulatórios e fonatórios. Desse modo, movimentos complexos são efetuados simultaneamente ao longo do eixo temporal na FE. Este dado confirma a literatura de que a produção desses sons facilita a (IA).

E uma explicação plausível para todos os sons está no entendimento de que a FE tem como consequência natural o complexo ajuste entre a fonte e o trato vocal necessário para compensar a alteração orgânica sofrida. No entanto, essa diferença de duração dos segmentos linguísticos não descaracteriza a produção dos fonemas obstruintes do português brasileiro. Para corroborar esta afirmação, vale lembrar que os sons dento-alveolares apresentaram em todos os dados maior assistematicidade. A explicação encontrada é de que estes fonemas exigem um movimento de anteriorização da língua, movimento este oposto ao da introdução do ar.

Esse achado tem íntima relação com o trabalho terapêutico, em que o foco é a taxa de elocução. Nesse aspecto, a indicação de trabalho, encontrada na literatura, se refere à diminuição do tempo entre a (IA) e o reinício da fonação. Sem dúvida, isto é verdadeiro, no entanto ao se constatar que a duração dos segmentos linguísticos está aumentada e que a diferença atinge o dobro do tempo em alguns sons, como por exemplo, nas consoantes oclusivas, passa-se a ter a noção que um outro fator interfere nesse processo.

A introdução do ar pela deglutição e/ou injeção, também, foi um ponto discutido neste trabalho. Foi possível caracterizar a diferença espectrográfica entre esses dois processos, possibilitando sua visualização. Confirmou-se, pela comparação entre a deglutição e a injeção de ar, que esta última é mais curta, mais rápida e mais silenciosa e, desse modo, interfere menos na taxa de elocução da fala. Esse procedimento de inspeção espectrográfica da (IA) pode ser utilizado como estratégia na clínica, pois possibilita fazer inferências sobre os processos internos.

A partir dos dados apresentados, pode-se afirmar que, em se tratando das sequelas da laringectomia total, o patológico não é tão patológico assim: apesar da grande modificação orgânica, o sujeito já submetido ao funcionamento linguístico consegue subverter o orgânico.

Acredita-se que os achados relatados neste trabalho e que pesquisas dessa natureza possam contribuir para a área da fonoaudiologia uma vez que, 'o controle da neoglote é algo difícil para os falantes, no entanto, os parâmetros não-fonatórios podem ser manipulados com mais facilidade para se obter uma maior inteligibilidade de fala no processo de reabilitação"<sup>35</sup>.

Para tanto, é imprescindível tomar distância da posição de que a única alteração do paciente submetido a laringectomia total incide sobre a fonte sonora, como demonstrado neste trabalho.

Uma outra posição defendida neste estudo é de que o diálogo entre a fonoaudiologia e a fonética clínica pode ser um encontro fértil para o trabalho clínico, identificando parâmetros que permitam modificações nos aspectos fonético-acústicos no âmbito da reabilitação dos pacientes laringectomizados totais.

#### Referências

- 1.Ghirardi ACDAM. *Laringectomizados usuários de prótese traqueoesofágica: princípios e métodos da prática fonoaudiológica*. Dissertação de Mestrado. PUCSP, 2007.
- 2.Cardoso, ECO. Avaliação Acústica da Fala Alaríngea. Tese de Doutorado. ISEP Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2019.
- 3. Santos, CCS. Próteses fonatórias em doentes laringectomizados: o regresso da voz. Tese de Doutorado, 2020.
- 4. Amaral MCCD, Furkim AM. A miotomia do cricofaringeo: artigo de revisão. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*. 2007; *12*(2), 151-157.
- 5. Rezende DT, Herbella FA, Silva LC, Panocchia-Neto S, Patti MG. A pressão do esfíncter esofagiano superior varia durante a manometria esofágica. *Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*. 2014; 27, 182-183.
- 6. Costa MMB. *Revisão anatômica e videofluoroscópica das bases morfofuncionais da dinâmica da deglutição*. Material instrucional (mimeo), 2002.
- 7. Ghirardi ACA, Da Silva AR, Nakandakari TV, Da Silva RD. *Características do segmento faringoesofágico: revisão de literatura*. Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2018.
- 8. Doyle PC. Foundations of voice and speech rehabilitation following laryngeal cancer. San Diego, California, Singular Publishing, 1994.
- 9. Damste PH, Lerman JW. Configuration of the neoglottis: An x-ray study. Folia Phoniatrica. 1969; 21, 347-358.
- 10. Diedrich WM, Youngstroom KA. Alaryngeal speech. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1996.
- $11.\ Gardner\ WH.\ \textit{Laryngectomee speech and rehabilitation.}\ Spring field,\ IL:\ Charles\ C.\ Thomas,\ 1971.$
- 12. Singer MI. The upper esophageal sphincter: Role in alaryngeal speech acquisition. *Head and Neck Surgery.* 1998; (Suppl. II), S118-S123.

- 13. Negus VE. The second stage of swallowing. Acta Otolaryngologica (Stockholm). 1949; 76-81.
- 14. Jackson C, Jackson CL. Cancer of the larynx. Philadelphia: W.B. Saunders, 1939.
- 15. Fouquet ML, Behlau M, Gonçalves AJ. Uma nova proposta de avaliação do segmento faringoesofágico e sua relação com a espectrografia acústica na voz traqueoesofágica. In CoDAS, 2013, December; (Vol. 25, pp. 557-565). Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia.
- 16. Vrticka K, Svoboda M. A clinical and X-ray study of 100 laryngectomized speakers. Folia Phoniatrica. 1961; 13, 174-186.
- 17. Bentzen N, Guld A, Rasmussen H. X-ray video tape studies of laryngectomized patients. *Journal of Laryngology and Otology.* 1976; 90, 655-666.
- 18. Van Weissenbruch R, Kunne M, Van Cauwenberghe PB, Albers FWJ, Sulter AM. Cineradiography of the pharyngoesophageal segment in postlaryngectomy patients. *Annals of Otology Rhinology and Laryngology*. 2000; 109, 311-319.
- 19 Damste PH. Some obstacles in learning esophageal speech. In: Keith RL, Darley FL (Eds.), *Laryngectomee rehabilitation*. 1979; (pp. 49-61). San Diego: College-Hill Press.
- 20. Singer MI, Blom ED. Selective myotomy for voice restoration after total laryngectomy. *Archives of Otolaryngology.* 1981;107, 670-673.
- 21.ADAM. The inside story. 1997 Edition. CD-Rom
- 22. Sobotta J. Atlas de Anatomia Humana. RJ, Guanabara Koogan, 1988, vol 1.
- 23. Van Den Berg JW, Moolenaar-Bijl A. Crico-pharyngeal sphincter, pitch, intensity and fluency in oesophageal speech. *Practica Oto-Rhino-Laryngologica*. 1959; 21, 398-315.
- 24. Van As, CJ. *Tracheoesophageal Speech.* A multidimensional Assessment of Voice Quality. Netherlands, Budde-Elinkwijk Grafische producties, Niewegein, 2001.
- 25. Moolenaar-Bijl A. The importance of certain consoants in esophageal voice after laryngectomy. *Annals of Otology; Rhinology and Laryngology*. 1953; 62, 979-989.
- 26. Warren DW. Aerodynamics of speech. In Lass N, Mc Reynolds L, Northen J, Yoder D,(Eds), *Speech, language, and hearing*, Vol. I. Philadelphia W. B. Saunders, 1982.
- 27. Diedrich WM. The mechanism of esophageal speech. Annals of the New York Academy of Sciences.1968; 155, 303-317.
- 28. Vieira, CH. Fala esofágica: um estudo de caso embasado nos achados anátomo-fisiológicos e na investigação acústica das medidas de duração. Tese de Doutorado, PUCSP, 2003.
- 29 Boersma P, Weenik, D. (1992–2022): Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 4.01, retrieved 2001 from <a href="https://www.praat.org">https://www.praat.org</a>.
- 30. Barbosa PA. At least two macrorhythmic units are necessary for modeling brazilian portuguese duration.  $1^{st}$  ESCA Tutorial and Research Workshop on Speech Production Modeling  $4^{th}$  speech Production Seminar. 1995 (85-88).
- 31. dos Reis N, Camargo Z. Dados do contraste fônico de vozeamento na fala de laringectomizados totais que usam prótese traqueoesfágica. (2016): 59-79.
- 32. Kent R. The acoustic analysis of speech. San Diego, Singular Publishing Group, Inc., 1992.
- 33. Christensen JM, Weinberg B. Vowel duration characteristics of esophageal speech. *Journal of Speech and Hearing Research.* 1976; (19), 678-689.
- 34. Madureira S; Barzaghi L, Mendes B. Voicing contrasts and the deaf: production and perception issues. In: Fay et al: *Theams in clinical phonetics*. Ed. Lawrence Erbaum Association, Inc. Publ, 2001.
- 35. Searl JP, Carpenter MA. Acoustic cues to the voicing feature in tracheoesophageal speech. *Journal of Speech, Language and Hearing Research.* 2002; v. 45, (2), 282-294.

# Capítulo 3

# Proposta de avaliação e classificação acústica da fala traqueoesofágica

Dra. Nathália dos Reis
Prof. Dr. Albert Olivier Blaise Rilliard
Profa. Dra. Lilian Neto Aguiar Ricz
Profa. Dra. Sandra Madureira
Profa. Dra. Zuleica Camargo

#### Resumo

A avaliação acústica da fala traqueoesofágica ainda é um desafio dada a particularidade da qualidade da fonação e a dificuldade na extração de medidas acústicas. Algumas propostas para avaliação voltam-se à classificação do tipo de sinal acústico ou à descrição perceptivoauditiva. O objetivo deste estudo é propor um sistema de avaliação e classificação acústica da fala traqueoesofágica com base em características acústicas da fonte de sonoridade (harmônicas), do filtro (formânticas) e da geração de ruído transiente (consoantes oclusivas). Participaram do estudo 17 sujeitos laringectomizados totais (ALA) e 5 falantes laríngeos (LAR), os quais tiveram amostras de fala audiogravadas em ambiente acusticamente controlado. O corpus foi composto de leituras de frase veículo "diga (palavra alvo") agora", com palavras alvo compostas por consoantes oclusivas em contraste de sonoridade ([p] e [b]; [t] e [d]; [k] e [g]). A análise acústica contemplou a inspeção da onda acústica e das representações espectrográficas para sons ressonantes (vogais) e obstruintes (consoantes oclusivas), e a extração de medidas. As variáveis foram agrupadas em termos da fonte de sonoridade, do filtro acústico, e das características da fonte de ruído transiente (dimensões da fase de oclusão e da explosão). O tratamento estatístico deu-se a partir dos procedimentos de análise de Análise de Componentes Principais (ACP) e Análise Discriminante Linear (ADL). ACP extraiu cinco funções que contemplaram 88,87% da variância das amostras. A dimensão 1 representou as qualidades acústicas da fonte de sonoridade; a dimensão 2, as características acústicas inerentes ao filtro acústico; a dimensão 3, as características da fonte de ruído transiente, particularmente da fase de oclusão; e a dimensão 4, as características do ruído transiente, particularmente a fase de explosão. A dimensão 5 não representou eventos específicos do plano acústico. AD extraiu três funções discriminantes com representatividade de 88% da variância, concentrada na fonte de sonoridade, particularmente quanto ao contraste de vozeamento e à produção da fonte de sonoridade. A dimensão relativa à produção de sonoridade revelou-se como a mais influente para a classificação categórica dos falantes. As características acústicas dos harmônicos e do ruído transiente (fases de oclusão e plosão) parecem diferenciar os grupos de falantes laríngeos e alaríngeos, permitindo, inclusive, a subdivisão do grupo alaríngeo a partir da qualidade das produções de fala.

Descritores: Fala Traqueoesofágica, Avaliação, Voz Alaríngea, Análise Acústica

#### Introdução

A avaliação acústica de amostras de fala com importantes componentes de aperidiocidade, produzidas por fontes vibratórias substitutas às pregas vocais, decorrentes da laringectomia total, é ainda um desafio.

Após a laringectomia total, com a retirada de toda a laringe, a qualidade da fonação do ponto de vista perceptivo é referida como rouca, áspera ou rugosa, e com sinal acústico de natureza predominante aperiódica<sup>1</sup>. Do ponto de vista acústico, são, portanto, apontadas alterações nas medidas de frequência fundamental (f0), de perturbação (jitter e shimmer), proporção harmônico-ruído (HNR) e intensidade<sup>2-4</sup>. No plano segmental, as principais alterações ocorrem nos sons vocálicos e consonantais oclusivos e fricativos.

Quanto à implementação da nova fonte da sonoridade, a extração das medidas acústicas relacionadas à frequência fundamental pode ser dificultada pela aperidiocidade inerente à fonte vibratória substituta (paredes de esôfago e faringe).

Os desafios da análise do sinal acústico vocal aperiódico têm sido abordados na literatura há cerca de meio século, não sendo exclusivos do campo da fonação alaríngea. A associação do grau perceptivo de irregularidade (traduzido em índices perceptivos de rouquidão, aspereza ou rugosidade) à classificação espectrográfica de produções vocálicas, a partir da inspeção dos componentes de harmônicos e de ruído em todas as regiões do espectro, é ainda prática comum na rotina clínica. As propostas congregam vários intervalos de frequência de análise e tipologias de sinal, como por exemplo, a identificação dos componentes de ruído de alta frequência (acima de 3000 Hz) e a perda de componentes harmônicos em alta frequência<sup>5</sup>; a classificação dos sinais em tipo I, II e III, com base em modelo dinâmico não linear, considerando como critério principal a presença de bifurcações (subharmônicos) no domínio do tempo e ruído no domínio das frequências, ambos decorrentes de mudanças do padrão vibratório das pregas vocais<sup>6</sup>.

Para vozes aperiódicas laríngeas, registrou-se, inclusive, a adição do sinal do tipo IV à classificação original de Titze<sup>6</sup>. O sinal tipo IV corresponderia à ausência de uma estrutura periódica, cuja fonte de produção seria resultado do ruído transglótico turbulento dissipado no trato vocal e não do movimento vibratório das pregas vocais<sup>7</sup>.

No campo da fonação alaríngea, particularmente para a fonação traqueoesofágica, um sistema de classificação do tipo de sinal acústico foi proposto com base na espectrografia de banda estreita, com indicação de tipo de sinal I, II, III e IV<sup>8</sup>.

Em termos da percepção das produções alaríngeas, tanto nas modalidades de fonação esofágica, quanto traqueoesofágica prevalecem as menções a alterações do contraste de vozeamento dos sons oclusivos e fricativos, especialmente com tendências ao reconhecimento de sons não vozeados como vozeados <sup>9-11</sup> Em termos de produção dos sons oclusivos, a duração aumentada dos segmentos vocálicos e consonantais durante a produção de fala alaríngea também é relatada <sup>12, 13</sup>.

Tais achados revelam que o falante laringectomizado total apresenta particularidades na produção da fala que não se limitam aos aspectos propriamente fonatórios, mas se expandem à geração das fontes de ruídos características das consoantes obstruintes, como oclusivas, fricativas e africadas. A identificação das características de fontes de ruídos transiente e contínuo pode, portanto, ser dificultada. Diante do exposto, a adoção de abordagens dinâmicas, que permitam a identificação dos eventos acústicos da transição da consoante-vogal, como a transição de formantes, pode ser igualmente desafiadora. Por outro lado, a análise acústica pode favorecer uma compreensão mais ampla das manobras utilizadas de forma mais individualizada pelos falantes, que sofrem importantes ablações nas estruturas do trato vocal, em decorrência dos tratamentos para o câncer de laringe.

Diante da complexidade das características do sinal acústico da fala traqueoesofágica e da variedade de resultados funcionais atingidos pelos falantes alaríngeos, a proposta de um sistema de avaliação e de classificação acústica deveria contemplar tanto o aspecto de geração de fontes acústicas no aparelho fonador (sonoridade e ruídos), bem como as características das ações de filtragem da energia acústica pelo trato vocal, amplamente modificado pelos tratamentos do câncer de laringe.

A vocação desta pesquisa volta-se a apresentar um instrumento para avaliação acústica de produções alaríngeas por meio da fonação traqueoesofágica, fundamentada tanto em propostas prévias para a fonação alaríngea, nas modalidades de fala esofágica e traqueoesofágica, quanto de emissões laríngeas com alto grau de aperidiocidade. Portanto, o instrumento busca estruturar, organizar e sistematizar recursos que permitam ao clínico e ao pesquisador coletar, armazenar e analisar a qualidade de sua audiogravações de forma consistente.

Assim, o objetivo deste estudo é propor um sistema de avaliação e classificação acústica da fala alaríngea com base em características acústicas da fonte de sonoridade (harmônicas), do filtro (formânticas) e da geração de ruído transiente.

#### Métodos

A pesquisa foi realizada após a aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da PUC-SP CAAE Nº 40940114.0.0000.5482. Concordando em participar do estudo, o sujeito participante assinou o termo de consentimento livre e esclarecido.

#### **Grupos estudados**

Participaram do estudo 22 sujeitos, dos quais cinco apresentavam fonação laríngea (LAR) e 17 fonação alaríngea (ALA) com prótese traqueoesofágica, os quais foram subdivididos, ao final do estudo, em subgrupos relativos à qualidade da fonação traqueoesofágica, de acordo com os critérios de classificação propostos neste estudo: subdivisão (a) para qualidades superiores e (b) para intermediárias.

O Grupo de Estudo (GE) contou com 17 sujeitos laringectomizados totais do gênero masculino faziam uso da prótese traqueoesofágica (PTE) fixa de baixa resistência unidirecional ao fluxo de ar da marca Provox®. Os critérios de inclusão referiram-se a: ter sido submetido aos procedimentos cirúrgicos de laringectomia total por carcinoma espinocelular (CEC) de laringe e de confecção da fístula traqueoesofágica com posterior inserção de PTE e utilizar fala traqueoesofágica como meio predominante de comunicação. Os critérios de exclusão referiram-se a: ter sido submetido aos procedimentos cirúrgicos de laringectomia total associados à glossectomia ou à retirada do assoalho bucal e lingual, além de tratamentos preventivos ou curativos de espasmos e hipertonicidade faríngea, dificuldades auditivas ou de leitura que impedissem a participação na pesquisa.

O Grupo Referência (GR) foi constituído por cinco homens adultos com fonação laríngea. Foram excluídos sujeitos com histórico de tabagismo, patologias laríngeas, disfagia, perda auditiva não relacionada à idade, que fizessem uso de dispositivo de implante coclear ou aparelhos de amplificação sonora individuais (AASI), e/ou algum tipo de comprometimento cognitivo e de leitura, que impedissem desempenho das tarefas de leituras previstas.

# Corpus de Análise

A elaboração do *corpus* pautou-se na estrutura silábica e acentual mais frequente no Português Brasileiro (dissílabo paroxítono). Desta forma, foram selecionados 06 vocábulos dissílabos e paroxítonos, com a estrutura CVCV (Consoante – Vogal – Consoante oclusiva- Vogal), com contrastes de sonoridade entre si – (pata e bata; tata e data; cata e gata). Para definição das palavras do *corpus* foram preconizadas a presença da

oclusiva alveolar não-vozeada [t] na sílaba pós tônica e da mesma vogal tônica seguinte ao som consonantal analisado (alvo), para padronizar a estrutura do *corpus* analisado diferindo somente pelos pares mínimos<sup>14-17</sup>.

#### Procedimentos de Coleta de Dados

Os registros em áudio dos indivíduos participantes da pesquisa foram realizados em sala acusticamente tratada ou com nível de ruído inferior a 50 dBA, mensurado por um medidor de pressão sonora digital da marca RadioShack, modelo 33-2055. As gravações foram realizadas com um gravador digital profissional Marantz® modelo PMD661 e microfone unidirecional headset com alta resolução Shure® modelo WH20XLR. O formato do arquivo de áudio foi mono, a uma taxa de amostragem de 44,1 kHz, 32 bits e formato wav.

Para apresentação dos estímulos para leitura foi utilizado um dispositivo Ipad mini, com uso do programa Microsoft PowerPoint e utilização de um script para que as frases veículos fossem apresentadas de forma aleatorizada, com o mínimo de três repetições por frase veículo. Os estímulos do corpus foram apresentados três vezes em ordem randomizada.

Antes de iniciar a gravação, os falantes traqueoesofágicos foram solicitados para a efetuar, individualmente, a limpeza da prótese traqueoesofágica, com intuito de evitar que a presença de secreção interferisse na qualidade da produção de fala. Os sujeitos da pesquisa forma convidados a realizar a leitura de palavras apresentadas em frase veículo com a seguinte estrutura: "Diga (PALAVRA ALVO) agora".

#### Procedimentos de Análise de Dados

O corpus foi editado e etiquetado no programa Praat - versão 6.0.23<sup>18</sup>, com base nas seguintes etapas: transcrição ortográfica das frases veículos, com destaque para os sons consonantais oclusivos; edição das palavras alvo das frases veículo, com um intervalo de silêncio de 05 segundos inserido ao início e ao final de cada áudio. Desta etapa, resultaram de 270 produções de fala que foram analisadas em termos da inspeção das características relativas à possibilidade de extração da frequência fundamental, à identificação de componentes harmônicos <sup>5, 6, 8</sup> e formânticos da emissão, às propriedades acústicas da produção de oclusivas como, a barra de vozeamento, o ruído transiente e as vogais que seguem as consoantes oclusivas<sup>19, 20</sup>.

A análise acústica contemplou a inspeção da onda acústica e das representações espectrográficas para sons ressonantes (vogais) e obstruintes (oclusivas), qualificando as dimensões de fonte de sonoridade e do filtro ressoador no caso das vogais; e de ruído transiente no caso das consoantes. No caso das vogais foram avaliadas: a possibilidade de detecção dos pulsos da onda acústica; a continuidade do traçado e regularidade do traçado dos harmônicos, seu limite Superior (em Hz) e valor relativo; e a continuidade de traçado dos formantes nas vogais. Para as consoantes, foram extraídas as medidas de duração das fases de oclusão e de plosão (explosão) das consoantes oclusivas.

Como critérios de pontuação foi considerado o intervalo de 0 a 1, no qual:

- ✓ 0: não preenche nenhum requisito do parâmetro avaliado;
- ✓ 0,25 preenche 25% do requisito do parâmetro avaliado;
- ✓ 0,5 preenche 50% do requisito do parâmetro avaliado;
- ✓ 0,75 preenche 75% do requisito do parâmetro avaliado;
- ✓ 1 preenche todo requisito do parâmetro avaliado.

De acordo com a pontuação máxima, as produções de cada falante puderam ser classificadas como:

- ✓ Superior Pontuação máxima de 7 a 8 pontos;
- ✓ Intermediário Superior: pontuação máxima de 5 a 6 pontos;

- ✓ Médio: pontuação máxima de 4 a 3 pontos
- ✓ Intermediário inferior: pontuação de 2 pontos
- ✓ Inferior: pontuação de 1 ponto

Para o estabelecimento do critério de pontuação e da classificação das três repetições analisadas foi considerado somente o melhor traçado espectrográfico quanto às características harmônicas e formânticas. Somente para os harmônicos foi considerada a frequência relativa dos harmônicos, a partir da análise do conjunto de 3 emissões do falante por ponto de articulação. Se o falante alcançou frequências absolutas de harmônicos de 1000 Hz, 2000 Hz e 3000 Hz para a vogal [a] na sequência da produção do som consonantal [p], o valor relativo dos harmônicos é de 0.33; 0,66 e 1 – valor relativo por ser considerado o valor da melhor produção. A pontuação para o valor relativo dos harmônicos é a média das 3 produções. Para a fase de oclusão, é considerado somente 1 ponto, no qual se considera se o falante realizou a produção correspondente ao som alvo. A pontuação é atribuída pelo avaliador fonoaudiólogo (Quadro 1; Figura 1).

Quadro 1: Roteiro utilizado para a inspeção acústica dos sons oclusivos de falantes alaríngeos

Parâmetros	Descrição	Pontuação Máxima
Harmônicos - Limite Superior	Espectrograma de banda estreita (som vocálico): registro da frequência do harmônico superior visível.	1
Harmônicos	Para atribuição de pontos, para cada grupo de sons vocálicos no contexto tônico, verifica-se a maior	
- Valor	frequência de harmônicos detectada, dividindo-se pelos harmônicos da distribuição.	
Relativo	Exemplo de distribuição: 1000Hz; 2000Hz; 3000Hz para as respectivas repetição 1, repetição 2, repetição 3.	
	→Valor relativo- harmônico (ex: 1000Hz/3000Hz=0,33)	
Harmônicos - Continui-	Para a continuidade do traçado dos harmônicos, aplica-se a escala:  0- Ausência de harmônicos	1
dade	1-Total continuidade dos harmônicos	
	(valores intermediários podem ser aplicados na proporção da continuidade/ descontinuidade)	
Harmônicos	Para a regularidade do traçado dos harmônicos, aplica-se a escala:	1
- Regulari-	0-Ausência de harmônicos	
dade	1-Total regularidade dos harmônicos	
	(valores intermediários podem ser aplicados na proporção da regularidade/ irregularidade)	
Extração	Para a detecção de pulsos e extração automática de valores de "pitch" no Praat, aplica-se a escala:	1
correta	0- Ausência de detecção dos pulsos/pitch	
de f0	1- Detecção correta dos pulsos/pitch	
	(valores intermediários podem ser aplicados na proporção da possibilidade/ impossibilidade de detecção)	
Onset	Para a observação da regularidade da estrutura formântica (no onset vocálico) no espectrograma de	1
Vocálico	banda larga (verificando-se as características espectrais quanto a estabilidade da emissão do final do	
	ruído de explosão ao início da vogal), aplica-se a escala:	
	0-Ausência de regularidade	
	1-Total regularidade	
	(valores intermediários podem ser aplicados na proporção da regularidade/ irregularidade de detec-	
	ção)	
Formantes	Para a observação da possibilidade de detecção da estrutura formântica (ao longo da vogal) no espec-	1
	trograma de banda larga (verificando-se as características espectrais quanto a estabilidade da emis-	
	são no período estacionário da vogal), aplica-se a escala:	
	0-Ausência de regularidade	
	1-Total regularidade	
	(valores intermediários podem ser aplicados na proporção da regularidade/ irregularidade de detec-	
	ção)	

Fase de oclus	ão: a fase de oclusão corresponde ao período de interrupção total do movimento da corrente aérea no t	rato vocal
	pantes não vozeadas corresponde ao período de silêncio; para as vozeadas corresponde ao período da b	
vozeamento).		arra ac
Barra de	Observação da regularidade da barra de vozeamento ou a presença de ruído adventício, conforme especificado no item anterior, que se confunda (ou se sobreponha) ao ruído da vibração esofágica),	1
Vozeamento	aplica-se a escala:	
	0-Ausência de regularidade	
	1-Total regularidade	
	(valores intermediários podem ser aplicados na proporção da regularidade/ irregularidade de detec-	
	ção).	
Período de	Observação, nas consoantes oclusivas não vozeadas da possível sobreposição de ruído no suposto	
Silêncio	intervalo de silêncio da oclusão (especialmente de ruídos adventícios, como ruído de traqueostomia).	
Plosão	Observação das características espectrais no espectrograma de banda larga e formato de onda do segmento consonantal oclusivo, aplica-se a escala:	1
	0- Não é possível identificar o burst correspondente à soltura da oclusão	
	0,25 –Burst presente, não facilmente identificável, devido ao ruído sobreposto no sinal vocal e extre-	
	ma irregularidade no formato de onda	
	0,50- Burst presente, mais facilmente identificável, com pouco ruído sobreposto no sinal vocal	
	1- Burst facilmente visualizado no formato de onda e espectrograma de banda larga	

Fonte: elaborado pelos próprios autores (2022)

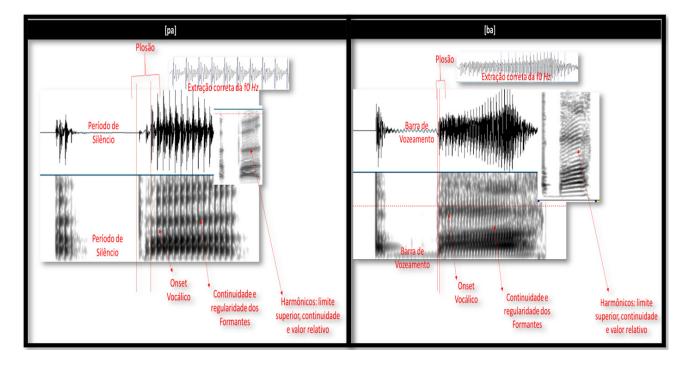


Figura 1: Itens do avaliados do roteiro na inspeção acústica quanto ao formato da onda espectrografia de banda larga e estreita dos sons oclusivos de falantes alaríngeos

#### Análise Estatística

Foram aplicados procedimentos de análise estatística multivariada: Análise de Componentes Principais (ACP) e Análise Discriminante Linear (ADL).

Na ACP, utilizou-se como critério a retenção das componentes com a regra do autovalor igual ou superior a 1. A variável da categoria acústica da qualidade da fonação não foi incluída na análise, mas sua localização em cada dimensão foi calculada.

Os procedimentos de ACP e de ADL foram utilizados para identificar qual (ou quais) variável(is) sob estudo permitiriam discriminar as categorias acústicas viáveis para construção de um protocolo de análise da fala alaríngea. Duas modalidades de ADL foram realizadas. A primeira testou a atribuição das categorias sob o sistema de classificação do sinal acústico da fala, e, a segunda detalhou as características do modelo estatístico. Esta etapa da análise foi realizada com o programa R no pacote FactoMineR, disponível em <a href="https://cran.r-project.org/package=FactoMineR">https://cran.r-project.org/package=FactoMineR</a>.

#### Resultados

A inspeção dos espectrogramas e a pontuação de cada um dos parâmetros analisados (Figura 1) permitiu classificar as emissões dos falantes laríngeos e alaríngeos em diferentes grupos. Inicialmente o grupo de emissões dos 17 falantes traqueoesofágicos foi analisado e subdividido em dois grupos, conforme (Tabela 1). Os cincos primeiros falantes cujas emissões atingiram melhor pontuação foram classificados como ALAa e os outros 5 foram classificados como ALAb. Nesta fase, sete falantes foram excluídos do modelo pela qualidade do sinal acústico, e forma considerados os cinco falantes laríngeos (LAR) para calibração do protocolo.

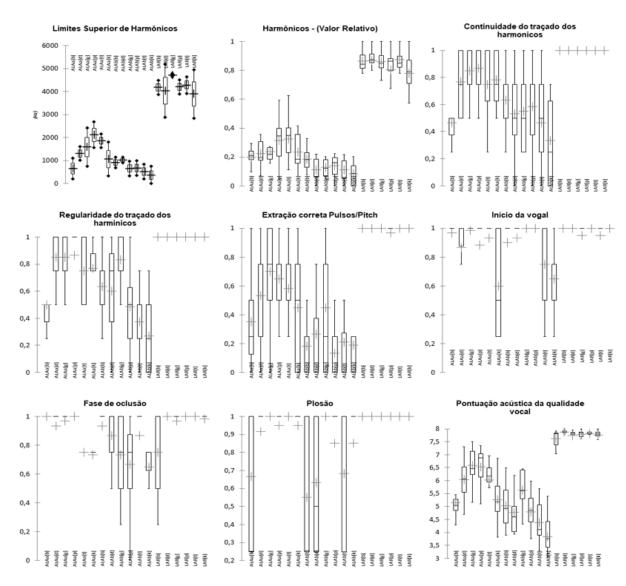
Tabela 1: Classificação das produções dos 17 falantes alaríngeos com PTE participantes do estudo, cinco primeiros classificados ALAa (n:5), seguindo ALAb (n:5) e sete sujeitos alaríngeos removidos.

Grupos de falantes alaríngeos com PTE	ALA	a				ALA	b				Sujeit	os Rem	ovidos	•			
Participantes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Harmônicos presentes até 1000Hz	1	1	1	1	0,5	1	0,8	1	0,3	0,5	0,75	0,5	0,25	0,25	0,5	0	0,5
Continuidade do Traçado dos harmônicos	1	1	0,75	1	0,5	0,5	0,8	0,8	0,3	0,3	0,75	0	0,25	0	0,3	0	0,3
Regularidade do traçado dos harmônicos	1	0	1	0	0,5	0,8	0,8	0	0,3	0,5	1	0,75	0,25	0	0	0	0
Extração correta de f0 (Hz)	1	1	0,5	1	0,5	0,8	0,5	0,3	0,3	0,5	0,75	0,25	0,25	0,25	0,5	0	0
Transição de formantes	1	1	1	0,3	0,8	1	0,8	0,8	1	0,5	0,75	0,25	0,75	0	0	0,5	0
Demarcação dos formantes	0,8	1	1	1	0,8	1	0,5	0,8	1	0,8	0,25	1	0,5	0,75	0,5	0,8	0
Fase de oclusão (não-vozeadas)	1	1	1	1	1	0,8	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	1	0,5	0,75	0,3	0,3	0
Fase de oclusão (vozeada)	1	1	0,75	1	1	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0	0,25	0,5	0,75	0	0	0
Ruído Transiente	1	1	0,75	1	1	0,3	0,5	0,5	0,8	0,5	0	0,25	0,5	0,5	0	0,5	0
Classificação	8,8	8	7,75	7,3	6,5	6,3	5,5	5	5	4,8	4,75	4,25	3,75	3,25	2	1,8	0,8

Legenda: ALAa= fala alaríngea de qualidade superior ALAb= fala alaríngea de qualidade intermediária Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

O aperfeiçoamento do sistema de classificação da etapa anterior foi realizado, a pontuação máxima mudou de 9 pontos para 8, na qual se considerou um ponto para as características da fase de oclusão. Nessa fase não se considerou apenas a presença de harmônicos até 1000 Hz, mas o limite máximo alcançado pelo falante, normalizado em valores relativos para a pontuação das produções de fala.

A pontuação dos parâmetros acústicos do protocolo e a pontuação geral, representativa da variação dos dados relativos ao sistema de classificação acústica da qualidade da fala alaríngea podem ser observadas na Figura 2. De modo geral, as emissões dos primeiros classificados no grupo ALAa apresentaram melhores pontuações em todas as produções seguidas pelo grupo ALAb. Os falantes laríngeos LAR apresentaram pontuações próximas a pontuação máxima do protocolo.



Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Figura 2: Bloxplot representativo as variáveis limites superior de harmônicos em hertz; Harmônicos (Valor Relativo); Continuidade do traçado dos harmônicos; regularidade dos traçados dos harmônicos, extração correta pulso/pitch, início da vogal, fase de oclusão, plosão e pontuação acústica da qualidade vocal para as consoantes oclusivas nos grupos ALAa (n:5); ALAb (n:5) e LAR (n:5).

Quanto à classificação das produções dos falantes, identifica-se que o grupo de falantes laríngeos (LAR) se localiza predominantemente na categoria superior, e o Grupo (ALAa) na categoria intermediária superior, enquanto as emissões do grupo ALAb situam-se, em sua maior parte, na categoria intermediária superior e o remanescente nas outras categorias, conforme Figura 3.

C	Som	Catanania	Fuero ên sie veletive (ene (/)
Grupos	Consonantal	Categoria	Frequência relativa (em %)
	[b]	Intermediário superior	100
	r13	Intermediário superior	50
	[d]	Médio	50
	[-]	Intermediário superior	50
	[g]	Superior	50
ALAa	[-1	Intermediário superior	50
	[p]	Superior	50
	[4]	Intermediário superior	50
	[t]	Médio	50
	[1.1	Intermediário superior	50
	[k]	Médio	50
	[h]	Intermediário superior	50
	[b]	Médio	50
	[4]	Superior	50
	[d]	Médio	50
	[-]	Intermediário superior	50
۸۱۸۵	[g]	Médio	50
ALAb	[-1	Intermediário superior	50
	[p]	Intermediário Inferior	50
	[+]	Intermediário superior	50
	[t]	Médio	50
	[1.1	Intermediário superior	50
	[k]	Inferior	50
	[b]	Superior	100
	[d]	Superior	100
	[a]	Intermediário superior	50
LAR	[g]	Superior	50
	[p]	Superior	100
	[t]	Superior	100
	[k]	Superior	100
		Superior	39
		Intermediário superior	36
	Total	Médio	19
		Intermediário Inferior	3
		Inferior	3

Fonte: elaborado pelos próprios autores (2022)

Figura 3: Quadro representativo dos grupos ALAa (n;5), ALAb (n:5) e LAR (n:5) classificados de acordo com ponto de articulação e sua frequência relativa em porcentagem.

A ACP do protocolo extraiu cinco funções que explicam 88,87% da variância da amostra (Tabela 2).

Tabela 2: Autovalor, percentual de discriminação e percentual de discriminação acumulada e p-valor para cada uma das funções extraídas pela análise discriminante no sistema de classificação do sinal acústico da qualidade da fala alaríngea.

	Dimensão	Dimensão	Dimensão Dimensão		Dimensão	
	1	2	3	4	5	
Autovalor	4,3	1,41	0,96	0,78	0,55	
Variância	47,74	15,66	10,69	8,65	6,14	
Variância acumulada	47,74	63,39	74,08	82,74	88,87	

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

As cargas discriminantes relativas à importância de cada variável no sistema podem ser observadas na (Tabela 3).

Tabela 3: Valores das cargas discriminantes para as variáveis acústicas incluídas na análise discriminante linear em cada uma das funções discriminantes no sistema de classificação do sinal acústico da qualidade da fala alaríngea.

Variáveis do Sistema de classificação do sinal acústico da qualidade da fala alaríngea	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3	Dimensão 4	Dimensão 5
Harmônicos - Limite Superior	0,83	0,02	0	0,01	0,12
Harmônicos - Valor Relativo	0,84	0,01	0	0,01	0,12
Harmônicos - Continuidade do traçado	0,72	0,07	0	0,01	0,11
Harmônicos - Regularidade do traçado	0,67	0,04	0	0	0,2
Extração correta dos pulsos na onda acústica (pitch extractor)	0,74	0,01	0	0	0
Início da vogal	0,11	0,57	0,04	0,03	0
Características formânticas (continuidade de traçado)	0,11	0,59	0	0,05	0,01
Fase de oclusão	0,08	0,07	0,69	0,16	0
Plosão	0,2	0,05	0,24	0,52	0

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Na sequência, foram explicadas cada uma das cinco dimensões detectadas. A dimensão 1 representa as qualidades de produção da fonte de sonoridade pelas variáveis Harmônicos - Limite Superior; Harmônicos - Valor Relativo; Harmônicos - Continuidade do traçado; Harmônicos - Regularidade do traçado; Extração correta dos pulsos na onda acústica (*pitch extractor*). A dimensão 2 representa as características acústicas inerentes ao filtro ressoador como Início da vogal e Características formânticas (continuidade de traçado). A dimensão 3 apresenta as características da fase de oclusão, compreendida como o intervalo acústico correspondente ã completa obstrução do trato vocal. Em tal intervalo, pouco ou nenhum som é irradiado do trato vocal obstruído. A dimensão 4 representa as características do ruído transiente, ou seja, o ruído do ruído de explosão.

Para as variáveis suplementares, a dimensão 1 classificou os grupos de acordo com o protocolo de classificação da qualidade da fala alaríngea. Pelo fato de a primeira dimensão representar as características de sonoridade, e tais características permitirem diferenciar os grupos claramente, a dimensão 1 é a mais representativa das variáveis suplementares (Tabela 4).

Tabela 4: Valores das cargas discriminantes referentes as variáveis suplementares grupos: Superior, intermediário superior médio, inferior e intermediário inferior e cada uma de suas funções discriminantes no sistema de classificação do sinal acústico da qualidade da fala alaríngea.

Variáveis – Grupos	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3	Dimensão 4	Dimensão 5
Superior	0,99	0	0	0	0,01
Intermediário superior	0,7	0,03	0	0,01	0,23
Médio	0,96	0,02	0	0	0,02
Inferior	0,62	0,29	0	0,01	0,07
Intermediário inferior	0,45	0	0,15	0,38	0,02

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

A aplicação da ADL extraiu três funções discriminantes. A dimensão 1 explica 88% da variância e está relacionada às características do contraste de vozeamento e de produção de sonoridade. A dimensão 2 é similar à dimensão 1, porém explica 10% da variância (Tabela 5)

Tabela 5: Valores das cargas discriminantes para as variáveis de classificação acústica da qualidade da fala alaríngea e cada uma de suas funções discriminantes, em negrito encontra-se os valores da variância explicada.

Variáveis – Classificação acústica da qualidade da fala	Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3
Harmônicos - Valor Relativo	0,32	0,39	0,33
Harmônicos - Continuidade do traçado	0,46	0,16	-0,2
Harmônicos - Regularidade do traçado	0,47	0,14	-0,26
Extração correta dos pulsos na onda acústica (pitch extractor)	0,42	0,26	-0,09
Início da vogal	-0,01	0,33	-0,2
Características formânticas (continuidade de traçado)	0,02	0,34	-0,49
Fase de oclusão	0,77	-0,58	0,15
Plosão	0,53	-0,26	0,1
Variância explicada	88%	10%	1%

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

#### Discussão

Em laringectomizados totais, a fala com a prótese traqueoesofágica constitui atualmente a modalidade que congrega o maior número de publicações na literatura especializada<sup>2, 8, 10, 11, 13, 21-31</sup>. Além disso, é o método preferido pelos pacientes devido à sua facilidade de aprendizado e `a qualidade de voz/fala, considerada superior em relação à laringe eletrônica e à fonação esofágica.

Ainda que a qualidade da fonação de falantes alaríngeos com PTE apresente níveis superiores aos das outras modalidades como voz esofágica e laringe eletrônica, os falantes traqueoesofágicos exibem como principais características da fonação a presença de ruído, a instabilidade na fonte produtora de voz, e as alterações na sincronização dos gestos articulatório e fonatórios, o que pode resultar em redução da inteligibilidade e alteração na percepção do contraste de vozeamento.

A partir da reflexão dos resultados encontrados neste estudo, a análise acústica da fala alaríngea, e, particularmente, da modalidade traqueoesofágica, é importante para revelar as diferentes estratégias subjacentes à produção de modalidades substitutas de fonação, na vigência da ablação total da estrutura laríngea.

Desse modo, a análise acústica pode ser de grande valia ao clínico e ao pesquisador, especialmente quando se associam as correspondências às esferas perceptiva e fisiológica.

Pela observação das características da espectrografia de banda larga e estreita, a avaliação da fala traqueoesofágica pode revelar as particularidades da fonte e filtro, especialmente quando se considera que a laringectomia total afeta todas as estruturas responsáveis pela produção da fala<sup>25, 32, 33</sup>.

Outras considerações metodológicas que justificam os resultados encontrados são as questões relativas à montagem do corpus para análise da fala e à organização e inspeção dos arquivos submetidos à análise acústica.

O sistema de classificação acústica da qualidade da fala alaríngea neste estudo foi direcionado para a inspeção de contextos de consoantes oclusivas, incluindo as transições para os segmentos vocálicos subsequentes na estrutura da sílaba tônica. Portanto, a inclusão de variáveis importantes para a segmentação das consoantes oclusivas foi considerada no sistema.

A caracterização da fala por meio da espectrografia em diferentes janelamentos permitiram a análise dos componentes de frequência do som, e a elaboração de inferências acústico-articulatórias ao longo de uma emissão. Atualmente, o uso da espectrografia não apresenta custos e os recursos disponíveis estão nos mais diversos equipamentos eletrônicos. Além disso, a análise espectrográfica da fala é mais rápida para análise da fala do que a segmentação dos elementos acústicos da fala, o que viabiliza o seu uso para os diversos contextos das atividades da clínica fonoaudiológica.

Optou-se por utilizar vogais na fala encadeada para classificar o sinal acústico da fonação, diferentemente de outras propostas prévias de análise da qualidade do sinal acústico <sup>6, 8</sup>. Além disso, a utilização isolada de vogais sustentadas traz limitadas inferências da produção de fala, em razão de não considerar a sua variabilidade temporal e entoacional, tampouco a coordenação dos gestos articulatórios<sup>34</sup>.

Diferente de outras propostas, a sistematização de uma rotina de inspeção do sinal acústico oferece subsídios para a delimitação do que se apresenta alterado na fala em geral, e particularmente, no mecanismo da fonação, o que permite um planejamento terapêutico refinado e personalizado, que considera a particularidade das estratégias compensatórias desenvolvidas pelo paciente. Além disso, permite o estabelecimento de diferentes níveis de associação de características audíveis, avançando para o estabelecimento de uma avaliação analítica dos achados espectrográficos.

Das produções analisadas, 75% situaram-se nos limites Superior e Intermediário Superior do sistema de avaliação da qualidade da fala alaríngea, apenas 25% posicionaram-se nos limites médios até o inferior. No limite superior concentra-se a maior parte das produções dos falantes laríngeos, em contrapartida a apenas 50% das produções dos falantes do subgrupo ALAa som consonantal [p] e AlAa som consonantal [d], que se encontram no limite superior. Nas categorias intermediárias superior e médio encontram-se concentradas as emissões dos falantes laríngeos. Um percentual de 6% de produções dos falantes do grupo ALAb situaram-se nos limites intermediário inferior e intermediário superior. A média de pontuação para os falantes considerados no limite superior foi 8, contra 6 no intermediário inferior, 4 no médio, 3 no intermediário inferior e 2 no inferior, considerando-se 8 como pontuação máxima. Produções de fala com maior pontuação apresentam maior sonoridade e ressonância das características acústica da fala. Desta forma, a maior parte dos estímulos incluídos na avaliação apresentam maior qualidade de produção dos sons consonantais e vocálicos, o que permite extração de medidas acústicas com maior confiabilidade. De acordo com os achados relativos à tipologia de sinais acústicos8, a maior parte dos falantes estudados apresentam harmônicos até 1000 HZ, o que torna suscetível a avaliação acústica da voz<sup>8</sup>. O diferencial da proposta deste estudo reside, também, na adição de variáveis das propriedades acústicas do sistema ressoador (filtro) e da produção de consoantes oclusivas, complementando os critérios para avaliação acústica da qualidade da fala alaríngea.

Para falantes laríngeos, as características da fase de oclusão das consoantes são pistas acústicas importantes para a implementação e percepção do contrate de vozeamento<sup>35, 36</sup>. Para o falante ALAb, a presença de vozeamento no som não vozeado está em consonância com os resultados encontrados por outros autores

que estudaram a fala alaríngea<sup>11, 37</sup>. A presença de vozeamento na fase de oclusão ocorreu somente nos falantes do grupo ALAb, que pode sinalizar justamente a falta de controle dos ajustes da fonação traqueoesofágica e de coordenação e sincronização com os gestos articulatórios¹.

Os resultados da ACP indicam que as variáveis de maior relevância no sistema de classificação são respectivamente as variáveis que caracterizam a sonoridade da produção, as características de ressonância do trato vocal e aquelas referentes à fase de oclusão até a fase de explosão do ruído transiente nas consoantes oclusivas. A primeira dimensão da ACP, que é relativa à produção de sonoridade, foi a mais influente no sistema de classificação, indicando que a emissão de harmônicos livres de ruídos agrega maior valor, comparativamente a outras variáveis, na qualificação acústica proposta neste protocolo.

As características acústicas dos harmônicos e do ruído transiente (fases de oclusão e de plosão) parecem diferenciar os três grupos. A análise acústica da onda sonora revela fatores importantes que afetam a inteligibilidade<sup>13</sup>. A redução no reconhecimento de fala em falantes que apresentavam a qualidade da fonação alterada foi anteriormente referida<sup>22</sup>. Neste estudo, as alterações nas medidas acústicas estão de acordo com os achados do traçado espectrográficos dos falantes que refletem alterações na qualidade vocal e de fala.

Diante de tais achados, optou-se inicialmente por dividir a amostra de falantes alaríngeos com PTE entre os cinco primeiros classificados (ALAa) e os cinco últimos classificados (ALAb) dos dez falantes selecionados para a avaliação do sinal acústico da fala, que obedece aos padrões viáveis de inspeção e extração de medidas acústicas. No grupo ALAb, observaram-se propriedades dos sons vozeados presentes em sons não vozeados, tanto nas características do sinal acústico da fala, bem como nas medidas acústicas analisadas, em especial, nas medidas de porcentagem de segmentos vozeados e não vozeados. A dificuldade da produção de sons não vozeados e a "aparente" substituição por consoantes vozeadas foi largamente documentada na literatura<sup>9, 13, 22, 25, 26, 30, 38-40</sup>, particularmente com relato de 50% dos erros foram detectados no reconhecimento de sons não vozeados como vozeados<sup>10</sup>.

A ACP foi útil para verificar quais variáveis são relevantes ao modelo. O teste estatístico indicou que as variáveis que são relevantes para a composição de um protocolo de inspeção acústica. Nesta abordagem, observamos que as informações sobre os harmônicos e formantes, extração correta de f0 e informações do *onset* vocálico são capazes de predizer a qualidade vocal e da fala.

Quando se classificam as produções por grupos, observamos que falantes do subgrupo ALAa apresentam qualidade de fala semelhante àquela dos falantes do grupo LAR. Diferentemente de outros estudos, a proposta do presente estudo foi selecionar produções de fala alaríngea de alta qualidade, o que respalda a semelhança aos resultados com o grupo LAR. Tal constituição de instrumento de avaliação da qualidade da fala alaríngea foi conduzida como etapa prévia de condução de estudo experimental de natureza acústica que focou a qualificação das produções de fala alaríngea com PTE de qualidades superiores<sup>41</sup>. Mesmo quando consideradas as produções do grupo AlAb, as amostras apresentaram viabilidade para análise com medidas acústicas. Tais indicações não inviabilizam a aplicação a todos os tipos de amostras em qualidades variadas de fala alaríngea, uma vez que as definições dos vários níveis de qualidade estão previamente estabelecidas.

A primeira etapa de seleção dos falantes traqueoesofágicos foi importante para manter no estudo os sujeitos cujas produções de fala seriam passíveis de análise acústica. Os sujeitos removidos apresentavam ruídos de estoma ou aperidiocidade no sinal acústico que inviabilizariam a extração de um conjunto de medidas acústicas. Para o estudo das medidas eleitas para a c composição do instrumento de análise proposto (Figura 1), foi aplicada ACP, de forma a identificar padrões ocultos nos dados, reduzir a dimensionalidade e redundâncias das variáveis e identificar variáveis correlacionadas.

A classificação das produções de fala demanda familiaridade do avaliador com as bases da análise acústica, numa tentativa de sistematizar procedimentos de inspeção acústica e de análise a classificação da fala alaríngea, de forma a sistematizar rotinas clínicas, as quais poderão, inclusive, ser implementadas em recursos tecnológicos, na forma de aplicativos e de scripts de análise acústica. Como primeiro passo, registra-

-se no presente estudo, a construção de uma proposta de análise acústica para a fala alaríngea, aplicada, de forma preliminar, a modalidade traqueoesofágica, mas com possibilidade de aplicação à esofágica.

A ACP permitiu observar as medidas mais relevantes em cada dimensão ajudando a eliminar redundâncias. De forma sintética, pode-se indicar a relevância, em ordem decrescente de influência das variáveis: Harmônicos - Valor Relativo; Início da vogal; características formânticas (continuidade de traçado); Fase de oclusão e Plosão. Tal conjunto de variáveis mostra-se relevante na consolidação do sistema de classificação acústica da qualidade da fala alaríngea, contemplando variáveis relativas à fonte de sonoridade, ao filtro ressoador e à geração de fonte de ruído transiente.

Como perspectivas de aplicações clínicas das informações derivadas do sistema de avaliação proposto, destaca-se que dificuldades detectadas na produção da vogal em direção ao início da consoante e nos padrões formânticos podem refletir uma mudança da postura da língua durante a produção sonora. A produção de vozeamento em um som consonantal não vozeado pode refletir variados graus de comprometimento dos mecanismos de sincronização entre fonte e filtro 10, 11, 22, 39, 42-45. Finalmente, a qualidade do padrão harmônico reflete diretamente a atividade da fonte sonora substituta do falante laringectomizado total.

A produção científica tem se concentrado em tipificar amostras de fala alaríngeos em categorias como "boas" ou "ruins" <sup>46-48</sup>. No entanto, tal categorização não permite identificar parâmetros específicos de fala que podem ser implementados/aprimorados no processo terapêutico do falante alaríngea.

Na fala produção da fala alaríngea, em modalidades de fonação esofágica e traqueoesofágica, há a tendência de manutenção, em longo termo, de fechamento da neoglote, prejudicando os movimentos transitórios de abertura da neoglote requerida para a produção dos segmentos não vozeados. As condições de composição muscular e de controle motor das áreas recrutadas para a "nova atividade fonatória" colaboram para a compreensão da complexidade da vibração alaríngea nos falantes laringectomizados totais. Tais ajustes articulatórios desempenham um papel importante na produção do contraste de vozeamento. No presente estudo, verificou-se que os falantes alaríngeos do subgrupo ALAa apresentam achados espectrográficos muito semelhantes aos falantes laríngeos, enquanto o subgrupo de falantes alaríngeos ALAb realiza, de forma recorrente, produções típicas de sons vozeados em sons não vozeados.

Dessa forma, entender as propriedades acústicas da fala laríngea e alaríngea, bem como a possibilidade de produções gradientes e de abordagens da qualidade fonatória que são essenciais para a fala alaríngea estável, carrega maior número de contribuições do que tipificar as características de diferentes fontes de fonação. As áreas de sobreposição entre os falantes alaríngeos de qualidade superior (ALAa) e laríngeos (LAR) permitiram entender as características acústicas que conferem estabilidade à produção de fala alaríngea com PTE. Adotando-se esta proposta, pode-se registrar que poucos foram os estudos que se debruçaram sobre as possibilidades de implementação do contraste de vozeamento em falantes alaríngeos, que não se limitassem as abordagens acústicas da medida de tempo de início de sonorização (voice-onset-time- VOT).

Enfim, a classificação acústica da qualidade da fala alaríngea pautada nas características da fonte de sonoridade, representada pela abordagem e medidas da estrutura harmônica; nas características da fonte de ruído transiente, representada pela abordagem fases de oclusão e plosão; e de filtro acústico, representada pelos formantes vocálicos, permite avançar na descrição das particularidades da fala alaríngea. Futuramente, outras categorias de sons da fala poderão ser agregadas, de forma a se ampliar a proposta de instrumento de avaliação acústica da fala alaríngea aqui proposto.

#### Conclusão

A dimensão relativa à produção de sonoridade revelou-se como a mais influente para a classificação categórica dos falantes alaríngeos. As características acústicas dos harmônicos e do ruído transiente (fases de oclusão e plosão) permitiram diferenciar os grupos de falantes laríngeos e alaríngeos, colaborando, inclusive, com a subdivisão (e detalhamento) do grupo alaríngeos a partir da qualidade das produções de fala.

## Referências Bibliográficas

- <sup>1</sup> Searl JP, Carpenter MA. Acoustic cues to the voicing feature in tracheoesophageal speech. J Speech Lang Hear R. 2002;45:282-294.
- <sup>2</sup> Lundström E, Hammarberg B. Speech and Voice after Laryngectomy: Perceptual and Acoustical Analyses of Tracheoesophageal Speech Related to Voice Handicap Index. Folia Phoniatr Logo. 2011;63:98-108.
- <sup>3.</sup> Wei X, Jin G, Jun W, Zhang J, Gao X. Aerodynamic characteristics of the slit-like trachea-esophagus puncture for voice rehabilitation following total laryngectomy. Acta Otolaryngol. 2011;131:539-545.
- <sup>4</sup> Schindler A, Mozzanica F, Ginocchio D, Invernizzi A, Peri A, Ottaviani F. Voice-related quality of life in patients after total and partial laryngectomy. Auris Nasus Larynx. 2012;39:77-83.
- <sup>5.</sup> Yanagihara N. Significance of Harmonic Changes and Noise Components in Hoarseness. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 1967;10:531-541.
- <sup>6.</sup> Titze IR. Toward standards in acoustic analysis of voice. J Voice. 1994;8:1-7.
- <sup>7</sup> Sprecher A, Olszewski A, Jiang JJ, Zhang YJTJotASoA. Updating signal typing in voice: addition of type 4 signals. 2010;127:3710-3716.
- <sup>8</sup> van As-Brooks CJ, Koopmans-van Beinum FJ, Pols LCW, Hilgers FJM. Acoustic signal typing for evaluation of voice quality in tracheoesophageal speech. J Voice. 2006;20:355-368.
- 9. Miralles JL, Cervera T. Voice Intelligibility in Patients Who Have Undergone Laryngectomies. J Speech Hear Res. 1995;38:564-571.
- <sup>10.</sup> Searl JP, Carpenter MA, Banta CL. Intelligibility of stops and fricatives in tracheoesophageal speech. Journal of Communication Disorders. 2001;34:305-321.
- <sup>11.</sup> Jongmans P, Wempe TG, van Tinteren H, Hilgers FJM, Pols LCW, van As-Brooks CJ. Acoustic Analysis of the Voiced-Voiceless Distinction in Dutch Tracheoesophageal Speech. J Speech Lang Hear R. 2010;53:284.
- <sup>12.</sup> Jongmans P, Wempe TG, van Tinteren H, Hilgers FJM, Pols LCW, van As-Brooks CJ. Acoustic Analysis of the Voiced-Voiceless Distinction in Dutch Tracheoesophageal Speech. Journal of Speech Language and Hearing Research. 2010;53:284-297.
- <sup>13.</sup> Saito M, Kinishi M, Amatsu M. Acoustic analyses clarify voiced-voiceless distinction in tracheoesophageal speech. Acta Oto-Laryngologica. 2000;120:771-777.
- <sup>14.</sup> Gregio FN. Análise fonético-acústica do contraste fônico de vozeamento em crianças. São Paulo: Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2013.
- <sup>15.</sup> Pereira LCK. As consoantes plosivas do PB: um estudo acústico e perceptivo sobre dados de fala de sujeitos com deficiência auditiva. São Paulo: Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo: 2012.
- <sup>16.</sup> Pereira LCK. A percepção de plosivas alveolares na produção de um sujeito com deficiência auditiva: um estudo fonético acústico. São Paulo: Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2007.
- <sup>17.</sup> Bonatto MTRL. Vozes infantis: a caracterização do contraste de vozeamento das consoantes plosivas no português brasileiro na fala de crianças de 3 a 12 anos. São Paulo: Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2007.
- <sup>18.</sup> Boersma P. Praat: doing phonetics by computer. http://www. praat. org/. 2006.
- <sup>19</sup>. BARBOSA, PA.; MADUREIRA, S. Manual de fonética acústica experimental: aplicações a dados do português. Cortez editora, 2015.
- <sup>20.</sup> Kent RD, Read C, Kent RD. The acoustic analysis of speech: Singular Publishing Group San Diego; 1992.
- <sup>21.</sup> Clapham RVA-B, J.C.; Van den Brekel, W.M.M.; Van Son, H.J.J. R. Automatic tracheoesophageal voice typing using acoustic parameters. Proceedings of INTERSPEECH 2013. Lyon, France2013:2162-2166.
- <sup>22.</sup> Sleeth LE. Exploring Intelligibility In Tracheoesophageal Speech: A Descriptive Analysis. London, Ontario, Canada: Health and Rehabilitation Science, University of Western Ontario; 2012.
- <sup>23.</sup> D'Alatri L, Bussu F, Scarano E, Paludetti G, Marchese MR. Objective and subjective assessment of tracheoesophageal prosthesis voice outcome. J Voice. 2012;26:607-613.
- <sup>24.</sup> Ward EC, Hancock K, Lawson N, van As-Brooks CJ. Perceptual characteristics of tracheoesophageal speech production using the new indwelling Provox Vega voice prosthesis: a randomized controlled crossover trial. Head & neck. 2011;33:13-19.
- <sup>25.</sup> Jongmans P, Hilgers FJM, Pols LCW, van As-Brooks CJ. The intelligibility of tracheoesophageal speech, with an emphasis on the voiced-voiceless distinction. Logopedics Phoniatrics Vocology. 2006;31:172-181.
- <sup>26.</sup> Searl JR, Carpenter MA. Acoustic cues to the voicing feature in tracheoesophageal speech. J Speech Lang Hear Res. 2002;45:282-294.
- <sup>27.</sup> Miki Saito MKMA. Acoustic Analyses Clarify Voiced-Voiceless Distinction in Tracheoesophageal Speech. Acta Oto-Laryngologica. 2000;120:771-777.
- <sup>28.</sup> Doyle PC, Haaf RG. Perception of pre-vocalic and post-vocalic consonants produced by tracheoesophageal speakers. The Journal

- of otolaryngology. 1989;18:350-353.
- <sup>29.</sup> Robbins J, Christensen J, Kempster G. Characteristics of speech production after tracheoesophageal puncture: voice onset time and vowel duration. J Speech Hear Res. 1986;29:499-504.
- <sup>30.</sup> Tardy-Mitzell S, Andrews ML, Bowman SA. Acceptability and Intelligibility of Tracheoesophageal Speech. Archives of Otolaryngology Head and Neck Surgery. 1985;111:213-215.
- <sup>31.</sup> Saito H, Matsui T, Tachibana M, Nishimura H, Mizukoshi O. Experiences with the tracheoesophageal shunt method for vocal rehabilitation after total laryngectomy. Archives of Oto-Rhino-Laryngology. 1977;218:135-142.
- 32. Liu HJ, Ng ML. Formant Characteristics of Vowels Produced by Mandarin Esophageal Speakers. J Voice. 2009;23:255-260.
- <sup>33.</sup> Ng ML, Chu R. An Acoustical and Perceptual Study of Vowels Produced by Alaryngeal Speakers of Cantonese. Folia Phoniatr Logo. 2009;61:97-104.
- <sup>34</sup>. Gerratt BR, Kreiman J, Garellek M. Comparing Measures of Voice Quality From Sustained Phonation and Continuous Speech. J Speech Lang Hear R. 2016;59:994-1001.
- <sup>35</sup>. Abramson AS, Whalen D. Voice Onset Time (VOT) at 50: Theoretical and practical issues in measuring voicing distinctions. Journal of phonetics. 2017;63:75-86.
- 36. Lisker L, Abramson AS. Some effects of context on voice onset time in English stops. Language and speech. 1967;10:1-28.
- <sup>37.</sup> Doyle PC, Danhauer JL, Reed CG. Listeners' perceptions of consonants produced by esophageal and tracheoesophageal talkers. J Speech Hear Disord. 1988;53:400-407.
- <sup>38.</sup> Cullinan WL, Brown CS, Blalock PD. Ratings of intelligibility of esophageal and tracheoesophageal speech. Journal of Communication Disorders. 1986;19:185-195.
- <sup>39.</sup> Doyle PC, Danhauer JL, Reed CG. Listeners' Perceptions of Consonants Produced by Esophageal and Tracheoesophageal Talkers. Journal of Speech and Hearing Disorders. 1988;53:400.
- <sup>40.</sup> Schuster M, Haderlein T, Nöth E, Lohscheller J, Eysholdt U, Rosanowski F. Intelligibility of laryngectomees' substitute speech: automatic speech recognition and subjective rating. Eur Arch Oto-Rhino-L. 2005;263:188-193.
- <sup>41</sup>. Reis N. Estudo acústico da fala traqueoesofágica. São Paulo: Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2018.
- <sup>42</sup>. Searl JP, Carpenter MA. Acoustic Cues to the Voicing Feature in Tracheoesophageal Speech. Journal of Speech Language and Hearing Research. 2002;45:282.
- <sup>43</sup>. Searl J, Ousley T. Phonation offset in tracheoesophageal speech. Journal of Communication Disorders. 2004;37:371-387.
- <sup>44.</sup> Clapham RP, Martens JP, van Son RJJH, Hilgers FJM, van den Brekel MMW, Middag C. Computing scores of voice quality and speech intelligibility in tracheoesophageal speech for speech stimuli of varying lengths. Comput Speech Lang. 2016;37:1-10.
- <sup>45.</sup> Bua BA, Olsson R, Westin U, Rydell R. The Pharyngoesophageal Segment After Total Laryngectomy. Ann Oto Rhinol Laryn. 2017:126:138-145.
- <sup>46</sup>. Caterina Finizia BB, Jörgen Lindström, Caterina. A cross-sectional validation study of Self-Evaluation of Communication Experiences after Laryngeal Cancer: A questionnaire for use in the voice rehabilitation of laryngeal cancer patients. Acta Oncologica. 1999;38:573-580.
- <sup>47</sup>. Hilgers FJM, Ackerstaff AH, Van As CJ, Balm AJM, Van den Brekel MWM, Tan IB. Development and clinical assessment of a heat and moisture exchanger with a multi-magnet automatic tracheostoma valve (Provox FreeHands HME) for vocal and pulmonary rehabilitation after total laryngectomy. Acta Otolaryngol. 2003;123:91-99.
- <sup>48.</sup> van As CJ, Koopmans-van Beinum FJ, Pols LCW, Hilgers FJM. Perceptual evaluation of tracheoesophageal speech by naive and experienced judges through the use of semantic differential scales. J Speech Lang Hear R. 2003;46:947-959.

# Capítulo 4

# Avaliação fonética de fala nos casos de restrições anatômicas: laringectomia subtotal

Cristina Barbosa Lemos Fúria
Andressa Silva de Freitas
Gabryella Nery Teles Nogueira Silva
Rodrigo Dornelas
Zuleica Camargo

#### Resumo

Os pacientes acometidos pelo câncer avançado de laringe contam com a possiblidade de alguns tratamentos que tentam preservar parte do esqueleto da laringe, resultando em procedimentos conhecidos como laringotomias subtotais. Nesse grupo, a laringectomia horizontal aberta preserva um terço da laringe e causa mudanças impactantes nas funções de fala e de deglutição. O objeto do capítulo é apresentar as bases da adaptação do uso do roteiro de avaliação da qualidade vocal com motivação fonética — VPAS para a realidade das sequelas de fala geradas pelas laringectomias subtotais e tratamentos coadjuvantes para o câncer, como radioterapia e quimioterapia. Tendo apenas uma porção da laringe preservada, as produções situam-se no campo das sonoridades não usuais. Dados de análise perceptiva são expostos e discutidos com base na possibilidade de se implementar uma proposta de avaliação que colabore para a integração de dados perceptivos e acústicos e aponte para a indicação de fatores de desfecho clínico fonoaudiológico no campo oncológico.

Descritores: Percepção da fala; Voz; Fonoaudiologia; Neoplasias de Cabeça e Pescoço.

## Introdução

Este capítulo pretende trazer uma reflexão sobre os aspectos da avaliação fonética de fala nos casos de restrições anatômicas, especificamente a retirada parcial de estruturas do arcabouço laríngeo. Sabe-se que para uma produção vocal que contemple as necessidades sociais do sujeito, é necessária a integridade das estruturas que compõem o trato vocal, bem como a mobilidade e tensão de músculos específicos para os ajustes determinantes para uma boa emissão vocal.

Assim, parte-se do pressuposto de que é necessário entender alguns aspectos anatômicos de modo breve. Não é o nosso intuito esmiuçar detalhadamente toda a anatomofisiologia do aparelho fonador. Em seguida, serão abordados conceitos relativos ao câncer de laringe e a alguns aspectos da avaliação perceptivoauditiva na perspectiva fonética e, por fim, como ilustração de nossa prática, serão apresentados exemplos de avaliações de pacientes laringectomizados parcialmente. Boa leitura!

#### Alguns conceitos relativos às restrições anatômicas decorrentes do câncer de laringe

A laringe é uma estrutura composta por nove cartilagens conectadas por ligamentos e músculos revestidos por membrana mucosa. É um órgão ímpar situado na altura da sexta vértebra cervical (C6) em adultos. Dentre suas funções, a fala é uma delas¹.

A laringe é ligada ao osso hióide, um osso ímpar, localizado na parte anterior do pescoço que fica suspenso por músculos, ligamentos e fáscias originados na mandíbula, base do crânio e pescoço.

Os músculos intrínsecos da laringe são inervados por ramos do nervo vago. A inervação sensorial é fornecida pelo ramo externo do nervo laríngeo inferior e ramo interno do nervo laríngeo superior <sup>2</sup>.

Os músculos extrínsecos e intrínsecos são responsáveis por controlar a posição e função da laringe. A ação dos músculos intrínsecos inclui o controle da abdução, adução e tensionamento das pregas vocais <sup>2</sup>.

Os músculos extrínsecos que sustentam o osso hióide e, consequentemente a laringe, são divididos em dois grupos: músculos supra-hioideos que ficam acima do osso hioide e músculos infra-hioideos, que ficam abaixo do osso hióide. Dentre essas estruturas, temos a membrana tireo-hióidea e o esqueleto fibroso da língua formado pelo septo lingual e membrana hioglossa que apresentam fixação no osso hióide. Esta membrana tem importante papel nos movimentos da língua e mantém a permeabilidade da faringe, além de funcionar como uma âncora para os músculos supra-hióideos e infra-hióideos².

A cartilagem tireóide, que está posicionada na altura da quarta vértebra cervical (C4), é a maior das nove cartilagens que formam o esqueleto laríngeo e serve como proteção e apoio às pregas vocais. É constituída por duas lâminas divergentes, unidas anteriormente que formam a proeminência laríngea<sup>1</sup>.

O ligamento cricotireóideo é composto de duas partes: o ligamento cricotireóideo mediano ao longo da linha média (espessamento da membrana cricotireóidea) e os ligamentos cricotireóideos laterais (também chamado de cone elástico) (2).

A cartilagem cricóide possui um formato de anel, com um arco anterior mais estreito. É o único anel cartilaginoso completo das vias aéreas. Apresenta articulação com os cornos inferiores da cartilagem tireóide que é reforçada por um tecido fibroso e abaixo desta articulação ocorre a passagem do nervo laríngeo <sup>2</sup>.

As cartilagens aritenoideas têm forma piramidal em que se observa três processos: o processo vocal anterior que se conecta ao ligamento vocal, o processo muscular póstero-lateral onde se tem a inserção dos músculos cricoaritenóideo posterior e cricoaritenóideo lateral, e o ápice superior que suporta a cartilagem corniculada e a prega ariepiglótica subjacente <sup>1</sup>.

As articulações cricoaritenóideas estão localizadas posteriormente na cricóide, e permitem rotação, inclinação anterior e posterior. Os movimentos complexos decorrentes desta articulação permitem a abertura e o fechamento glótico além de alterar a tensão da prega vocal controlando os parâmetros fonatórios <sup>2</sup>.

A epiglote é uma estrutura cartilaginosa fina em forma de folha que fica na parte superior da laringe. A ponta inferior da epiglote, conhecida como pecíolo, liga-se à superfície interna da cartilagem tireóide no entalhe da tireóide pelo ligamento tireoepiglótico. Mais superiormente, o ligamento hioepiglótico liga a epiglote à superfície posterior do osso hióide. A superfície anterior ou lingual da epiglote é conectada à base da língua pelas dobras glossoepiglóticas mediana e lateral, onde observa-se a formação da valécula, um espaço aberto entre a epiglote e a base da língua. O tubérculo epiglótico é a convexidade na parte inferior da epiglote sobre a parte superior do ligamento tireoepiglótico <sup>2</sup>.

Uma das doenças comuns na laringe é o câncer. O câncer de laringe ocorre principalmente em homens com idade acima dos 40 anos. O tipo histológico mais comum é o carcinoma de células escamosas <sup>3</sup>. No mundo, observam-se disparidades de ocorrência entre os países, sendo referidas as maiores taxas de incidência nos países do Caribe para ambos os gêneros, já para a grande maioria dos países da Europa as maiores incidências são para homens e na América do Norte para mulheres <sup>4,5</sup>.

Essa doença representou 1% do total de casos novos de câncer, é a décima quarta mais incidente entre todos os cânceres nos homens e a vigésima quinta mais frequente nas mulheres. Aproximadamente 60% dos pacientes apresentam doença avançada (estágio III ou IV) no diagnóstico. No Brasil em 2017 ocorreram 3.899 óbitos por câncer de laringe <sup>3</sup>.

O câncer de laringe é uma das poucas doenças oncológicas nas quais a taxa de sobrevida em cinco anos diminuiu nos últimos 40 anos, de 66% para 63%, embora a incidência geral esteja em declínio. Isso destaca a necessidade de mais pesquisa e inovação no campo<sup>6</sup>.

Vários fatores de risco têm sido implicados na patogênese do câncer de laringe. O mais significativo deles é o consumo de tabaco (cigarros, charutos, cachimbos, narguilés e produtos feitos por fumo) e álcool. Estudos demonstraram que o uso de tabaco tem uma associação linear com o desenvolvimento de câncer de laringe, com risco de fumantes 10 a 15 vezes maior que o risco de não fumantes, e os fumantes mais pesados têm risco 30 vezes maior <sup>7,8</sup>.

Outros fatores com possível associação para o aumento do risco são: o excesso de gordura corporal e a exposição ocupacional de alguns elementos como pó de madeira, produtos químicos utilizados na metalurgia, petróleo, plásticos, indústrias têxteis e o amianto<sup>3</sup>.

Dada a função fisiológica única da laringe, existem vários sintomas comuns que devem levar a uma investigação mais aprofundada do câncer de laringe, como rouquidão, disfonia, dispneia e disfagia. Aproximadamente 2/3 dos tumores surgem na glote sugerindo que a disfonia é o sinal mais prevalente e 1/3 acomete a laringe supraglótica sugerindo que a odinofagia e disfagia possam ser o segundo principal sinal de alterações<sup>9</sup>.

A laringe possui claras barreiras anatômicas para a disseminação do tumor. Dentro da laringe, a disseminação do tumor é limitada pelos ligamentos, membranas do tecido conjuntivo e cartilagens da laringe e facilitada pelos espaços e músculos dos tecidos moles<sup>10</sup>.

A laringectomia total foi o tratamento cirúrgico padrão para o carcinoma laríngeo em estágio avançado por muitos anos. Apesar do excelente controle oncológico, ela traz efeitos indesejáveis para a sobrevida do paciente, como a confecção de um traqueostoma e a perda definitiva da voz laríngea. A partir da execução do primeiro procedimento, em 1873 por Theodor Billroth, a busca para reverter as consequências desta mutilação foram constantes <sup>11</sup>.

A introdução de protocolos de preservação de órgãos baseados em radioquimioterapia demonstrou que a preservação da laringe é viável, mesmo quando esse órgão é afetado por um câncer intermediário. Essa abordagem combinada com os procedimentos cirúrgicos associados, levou a uma mudança considerável na abordagem terapêutica do câncer de laringe, caracterizada por uma ressecção menos radical com preservação das funções<sup>12</sup>.

Associadas aos protocolos de radioquimioterapia, as laringectomias parciais são indicadas para tratamentos de tumores laríngeos intermediários ou moderadamente avançados; sendo também uma possibilidade viável nos procedimentos de resgate, proporcionando bons resultados oncológicos e funcionais<sup>13</sup>.

As principais sequelas de pacientes com câncer de cabeça e pescoço são a disfagia e a disfonia e podem ser associadas à própria doença ou como consequência do tratamento. O uso de tratamentos que tentam preservar os órgãos e funções tem aumentado nos últimos anos, mas é importante estabelecer que a expectativa não necessariamente se traduz na preservação funcional completa. Disfagia e aspiração são reconhecidas como complicações potencialmente devastadoras do tratamento do câncer de cabeça e pescoço e a longo prazo a disfonia é responsável por grande parte dos arrependimentos decisórios<sup>12,13</sup>.

A incidência e as consequências da sequela da disfagia, principalmente em sua forma mais grave, conhecida como aspiração silenciosa, ainda não é completamente conhecida. A aspiração silenciosa, ou silente, é definida como a forma de aspiração em que o indivíduo não apresenta nenhum sinal clínico que possa alertar para a doença. Neste caso, avaliações clínicas e subjetivas não são suficientes para detectar o evento e somente exames objetivos fazem o diagnóstico.

As várias técnicas cirúrgicas conservadoras ou laringectomias parciais tornaram-se uma alternativa para pacientes adequadamente selecionados, obtendo controle local da doença e sobrevida semelhantes<sup>13</sup>.

Historicamente, as laringectomias parciais foram divididas em horizontais e verticais, tendo como base o plano de secção da laringe.

A técnica denominada laringectomia supracricoidea é uma alternativa de ressecção oncológica segura para tumores moderadamente avançados de laringe, em sua primeira descrição, a reconstrução final foi realizada suturando o osso hióide à cartilagem cricóide<sup>14</sup>. A partir de 1970 a técnica foi refinada e popularizada após Labayle e Bismuth realizarem a primeira cirurgia denominada "*Laryngectomie reconstrutive*" motivando assim a publicação da primeira série de casos dessa cirurgia por Piquet, Desauty e Decroix em 1974 <sup>14</sup>.

Esta cirurgia se desenvolveu nos últimos 30 anos no campo das laringectomias horizontais parciais abertas desde que a microcirurgia a laser transoral substituiu universalmente as laringectomias parciais verticais(15).

A laringectomia supracricóidea (LSC) é um procedimento cirúrgico parcial horizontal indicado para tumores T2 a T4a selecionados da região glótica e supraglótica, cuja principal vantagem é a preservação das funções laríngeas (voz laríngea, deglutição e a ausência de um traqueostoma permanente) <sup>16</sup>.

Sua técnica consiste na retirada da extremidade inferior da epiglote, cartilagem tireóide, ventrículos laríngeos, pregas vocais, bandas ventriculares, espaço paraglótico e o espaço pré-epiglótico, permanecendo uma ou ambas aritenóides, que formarão a neoglote com a epiglote e cricóide. A técnica de reconstrução cirúrgica da LSC, cricohioidoepiglotopexia (CHEP), é realizada por meio de uma pexia que eleva a cricóide a nível do osso hióide, acarretando um rearranjo estrutural nos recessos faríngeos e a modificação do processo de deglutição <sup>16</sup>.

Apesar de pressupor a preservação das funções, a reconstrução não gera um mecanismo de oclusão glótica perfeito, o que leva a uma disfagia crônica, com grande risco de aspiração<sup>17</sup>.

A incidência de disfagia é de aproximadamente 100% imediatamente após a cirurgia, mas, geralmente, há relatos na literatura de que a função de deglutição se recupera de três a seis meses de pós-operatório. A ingestão oral pode ser restabelecida e os pacientes têm curso clínico aceitável com reabilitação<sup>17</sup>.

Este consenso, no entanto, foi baseado em avaliações insuficientes, levando em consideração apenas aspectos clínicos e as queixas dos pacientes. Com a melhoria dos métodos de investigação houve a introdução de métodos objetivos e o início de uma mudança na descrição do perfil da deglutição destes pacientes.

No que se refere ao aspecto da qualidade vocal, o objetivo da opção por este procedimento cirúrgico é a preservação de uma fonação fisiológica com ótimo controle oncológico<sup>18</sup>. Porém, apesar da preservação parcial do esqueleto laríngeo, permitindo uma produção vocal mais próxima da fisiologia normal com

a movimentação aritenóidea, há alteração importante dos elementos vibratórios gerando um padrão vocal alterado e característico da reconstrução. Com a ausência das pregas vocais outras estruturas assumem a função vibratória, gerando neste caso um som aperiódico e a melhor forma de análise desta onda sonora não é consenso na literatura e ainda é fonte de discussão<sup>18</sup>.

Já foram relatados em estudos as diferentes combinações de regiões vibratórias como aritenóide, base de língua, epiglote, aritenóide, seio nasal e epiglote. Tais fatores podem sugerir que o padrão desses pacientes proporciona um grupo de padrões vocais característicos da fonte vibratória ou de associação. Considerando que a coaptação das estruturas remanescentes não é perfeita o escape de ar é um achado já esperado. A tensão para reduzir essa falha pode levar aos diferentes tipos de vozes associado a alteração anatômica inerente ao método. Estudos para descrever adequadamente esse aspecto bem como possibilitar a terapia vocal ainda são necessários.

# Um panorama do modelo fonético de descrição da qualidade vocal e do Roteiro Vocal Profile Analysis Scheme - VPAS-PB

Em um levantamento prévio, percebe-se que a literatura tem se apropriado dos aspectos de produção vocal na perspectiva da fonte, aspectos fonético-acústicos do filtro têm sido pouco citados nos estudos. As ferramentas mais utilizadas para a avaliação da voz são a perceptivoauditiva e a acústica<sup>19</sup>. A autopercepção vocal surge como uma possibilidade de entender a percepção do sujeito sobre a sua voz, o que possibilita ao terapeuta elaborar estratégias terapêuticas de acordo com as necessidades singulares de cada um.

O roteiro Vocal Profile *Analyses Scheme* – VPAS <sup>20</sup>, instrumento mais utilizado na avaliação por fonoaudiólogos britânicos<sup>21</sup> parte da perspectiva fonética para analisar a qualidade vocal. Ele tem por finalidade analisar aspectos amplos com relação à produção da voz, o que contempla algumas peculiaridades da produção vocal.

O modelo fonético utilizado no VPAS tem como unidade de análise o *setting*, também denominado como ajuste. Pode-se entender ajuste como uma tendência do falante em manter uma postura fonatória ou articulatória por certo período. O modelo fonético parte do pressuposto da existência de um ajuste neutro, denominado ajuste de referência, e todos os demais são descritos a partir do ajuste neutro. Vale ressaltar que o ajuste neutro não pode ser confundido com normalidade ou estado de repouso, mas sim como um conjunto de ajustes realizados ao mesmo tempo em diversas partes do trato vocal(20).

A qualidade vocal é o resultado de aspectos de natureza intrínseca e extrínseca. Os aspectos intrínsecos estão relacionados à anatomia do aparelho fonador do falante e os extrínsecos são derivados de ajustes musculares de longo termo do aparelho fonador intrínseco. Os ajustes extrínsecos são denominados de settings que não devem ser confundidos com segmento fonético, pois a duração temporal os distingue. Os segmentos fonéticos são considerados ações momentâneas e o setting são sobrepostos aos segmentos fonéticos <sup>20</sup>.

O Roteiro da Análise do Perfil Vocal foi traduzido e adaptado para o Português Brasileiro<sup>22</sup> é constituído por dois blocos a serem analisados sendo denominados "primeira passada" e "segunda passada".

Na primeira passada, são considerados os ajustes globais da fala, a qual estão organizados em quatro conjuntos que avaliam a dinâmica e a qualidade vocal, sendo eles: traços supralaríngeos, traços laríngeos, tensão muscular geral e traços prosódicos. Subdivide-se ainda em 14 parâmetros que são avaliados quanto à neutralidade ou não do ajuste.

Caso na primeira análise algum dos parâmetros sejam assinalados como não neutro anormal é necessário realizar a segunda análise.

O segundo bloco, denominado "segunda passada", é um contínuo da primeira análise, formado por critérios mais específicos dos ajustes de fala, sendo eles classificados quanto a intensidade a qual o ajuste é representado. Categorizado em uma escala que será subdividida em neutra, e não neutra (tendo uma escala

de um a três, como ajustes passíveis da situação diária e, graus de quatro a seis seriam manifestações de alterações do trato vocal/patologias. Apesar de descrições da teoria fonética nesse sentido, atualmente assume-se tanto que numa patologia, é possível que se registrem ajustes de qualidade vocal em graus 1 a 3, assim como falantes sem alterações de qualidade vocal podem apresentar mobilizações em graus 4 a 6, como, por exemplo, em extremos de manifestações das emoções.

Neste roteiro a qualidade da voz pode ser percebida por um conjunto de ajustes considerando: aspectos laríngeos, tensão muscular e ajustes supralaríngeos. Dentre suas características, vale ressaltar que o VPAS contribui na desmistificação da dicotomia normal/alterado, pois considera a voz como a combinação entre diversos ajustes, o que colabora nos casos de reabilitação de alterações orgânicas e na identificação de similaridade entre falantes, o que pode ser um aspecto positivo quando utilizado como parâmetro no atendimento fonoaudiológico<sup>22</sup>.

O VPAS é considerado um roteiro detalhado e que requer atenção e formação/treinamento para sua análise.

Para exemplificar alguns aspectos, há estudos que trazem que a extensão ou redução da movimentação mandibular pode ser associada ao gênero masculino, deste modo, deve-se considerar os aspectos sociais e culturais no preenchimento do VPAS-PB<sup>23</sup>.

Quanto à posição da laringe, pressupõe-se que laringes altas favorecem a produção de frequência aguda pelo encurtamento do trato vocal e laringe baixa contribui nas frequências graves pela ampliação do trato vocal. Porém, há casos em que a movimentação vertical da laringe, independente da identidade de gênero, pode trazer prejuízos na performance vocal, em específico, no caso de cantores em que essa posição pode estar associada a um quadro de tensão muscular.

São inúmeras as combinações e exemplos que se pode propor com a utilização do VPAS e que impactam diretamente na produção vocal. A avaliação minuciosa contribui para que se possa entender a produção vocal na perspectiva clínica, artística e performática, o que traz subsídios para que se possa intervir na qualidade vocal, por meio do modelo fonético proposto por<sup>20</sup>.

#### Caracterização fonética dos resultados funcionais das laringectomias parciais

Aplicou-se o VPAS-PB em seis sujeitos do gênero masculino, com média de idade 75,83 anos, todos com diagnóstico médico de neoplasias de laringe e submetidos ao procedimento cirúrgico de Laringectomia Horizontal Aberta tipo II, com técnica cirúrgica de reconstrução Cricohioidoepiglotopexia (CHEP) e adjuvância de radioterapia. A amostra foi dividida de acordo com o tempo pós cirurgia, ou seja, três participantes realizaram a cirurgia há um ano (Pós-operatório Recente - PoR) e três há mais de 17 anos (Pós-operatório Tardio - PoT).

Utilizou-se amostra de fala semiespontânea e a análise foi realizada por três juízes fonoaudiólogos com experiência clínica em voz, superior a dez anos, incluindo um padrão ouro. Os participantes foram orientados a permanecerem sentados, com a postura ereta e pés apoiados no chão durante a gravação. Os materiais utilizados foram um gravador digital da marca Lucky, modelo K-70 e uma câmera de vídeo DSRL, modelo Nikon. A câmera de vídeo ficou à 60 cm de distância do paciente e o gravador de voz 45 cm, atentou-se para uma sala sem ruído de fundo que pudesse comprometer a gravação. Os trechos analisados foram o relato da autopercepção do participante sobre sua voz.

Após a coleta, os áudios foram editados no software Sound Forge versão 10.0, sendo extraídos os dois primeiros e últimos segundos, devido a possíveis irregularidades. Todos os dados coletados foram inseridos e analisados em planilhas do programa Excel.

A análise foi realizada no primeiro momento de forma individual pelos três juízes, identificando ajustes que apresentavam na população como não neutro, sob a perspectiva dos seguintes parâmetros: ajustes de qualidade vocal (elementos fonatórios, do trato vocal e de tensão muscular), dinâmica vocal, e ocor-

rências de curto prazo. No segundo momento, realizou-se uma exclusão dos parâmetros que não cumpriam o consenso de ambos os juízes, ou seja, um ajuste somente era considerado presente caso os três juízes houvessem o identificado.

Entre os achados, vale destacar que na análise do grupo PoR, a maior parte da população apresentou lábios com extensão diminuída, sendo dois sujeitos; no entanto nos ajustes de mandíbula e corpo de língua com extensão diminuída somente um paciente foi possível identificar. Quanto à tensão muscular geral, constrição faríngea, tensão do trato vocal e laríngea com hiperfunção, apresentaram-se em todos os pacientes. Na arena da dinâmica vocal, pitch habitual elevado e loudness com extensão diminuída em dois pacientes; tanto o ajuste de pitch como de loudness com extensão e variabilidade diminuída, e suporte respiratório inadequado, foi encontrada em toda a população participante. Entretanto, somente um participante possui tempo de continuidade interrompido e taxa de elocução lenta.

Quanto aos participantes do grupo PoT, no âmbito supralaríngeo, somente o ajuste mandíbula, com extensão diminuída, foi registrado nos três pacientes. Além disso, um único paciente revelou os ajustes de língua ponta/lâmina recuada, corpo de língua recuado e abaixado. Sobre a tensão muscular, dois pacientes registraram os ajustes de construção faríngea, tensão do trato vocal e laríngea com hiperfunção. Os resultados da dinâmica vocal, foram os elementos de pitch habitual elevado, pitch e loudness com extensão e variabilidade diminuída, tempo de continuidade interrompida e taxa de elocução lenta, este resultado foi encontrado em dois pacientes. O ajuste suporte respiratório inadequado foi o único que coube aos três participantes deste grupo.

Do ponto de vista fonatório, os seis participantes apresentaram vozes aperiódicas com presença de escape de ar e um padrão de voz áspera, e suporte respiratório inadequado. Os indivíduos do grupo PoR tiveram suas manifestações graduadas de quatro a seis, e os indivíduos PoT de um a três, demonstrando uma melhor qualidade vocal, conforme Quadros 1 e 2<sup>24</sup>.

Quadro 1 – Características registradas no roteiro VPAS-PB de pacientes do grupo PoR.

	TABELA - PÓS RECENTE			
Análise		PACIENTE 1	PACIENTE 2	PACIENTE 3
Ajuste de Qualidade Vocal				
	Lábios Extensão Diminuida			
	Mandibula Extensão Diminuida			
	Corpo de Língua Extensão Diminuída			
	Faringe Constrição			
	Tensão do Trato Vocal Hiperfunção			
	Tensão Laringea Hiperfunção			
Dinámica Vocal	Pitch Habitual Elevado			
	Pitch Extensão Diminuída			
	Pitch Variabilidade Diminuída			
	Loudness Habitual Diminuído			
	Loudness Extensão Diminuída			
	Loudness Variabilidade Diminuida			
	Tempo - Continuidade Interrompida			
	Taxa de Elocução Lenta			
	Suporte Respiratório Inadequado			
Elementos Fonatórios	Fricção de Laríngea Escape de Ar			
	Irregularidade Laringea Voz Áspera			
Ocorrências de curto prazo	Diplofonia			

Quadro 2 – Características registradas no roteiro VPAS-PB de pacientes do grupo PoT.

	TABELA - PÓS TARDIO			
Análise		PACIENTE 4	PACIENTE 5	PACIENTE 6
Ajuste de Qualidade Vocal				
	Mandibula Extensão Diminuida			
	Lingua Ponta/ Lâmina Recuada			
	Corpo de Língua Recuado			
	Corpo de Língua Abaixado			
	Faringe Constrição			
	Tensão do Trato Vocal Hiperfunção			
	Tensão Laringea Hiperfunção			
Dinâmica Vocal	Pitch Habitual Elevado			
	Pitch Extensão Diminuida			
	Pitch Variabilidade Diminuida			
	Loudness Extensão Diminuida			
	Loudness Variabilidade Diminuida			
	Tempo - Continuidade Interrompida			
	Taxa de Elocução Lenta			
	Suporte Respiratório Inadequado			
Elementos Fonatórios	Fricção de Laringea Escape de Ar			
	Irregularidade Laringea Voz Aspera			
Ocorrências de curto prazo	Diplofonia			

O trecho de fala espontânea gravado foi sobre o autorrelato da própria voz. Os participantes do grupo PoR descreveram: "voz um pouco ruim, dificuldade grande, fazer o máximo para que me entendam"; "voz meio complicada"; "voz razoável". E do grupo PoT relataram "minha voz no dia a dia é normal"; "acostumei, uso a voz mais normal"; "eu tenho que me acostumar com a minha voz".

A alta relevância da aplicação do protocolo VPAS-PB para a análise de fala de sujeitos submetidos a Laringectomia Horizontal Aberta tipo II, possibilitou investigar mecanismos compensatórios que ocasionam os seus distúrbios vocais e descrever a combinação das configurações laríngea e do trato vocal utilizadas para expressar atitudes e emoções.

Identificou que conforme o tempo, os participantes da pesquisa ajustaram seu estilo de falar para alcançar melhor qualidade de voz por meio de uma glote mais eficiente. Os achados demonstram singularidades e melhorias mensuráveis ao longo do tempo, que provavelmente estão relacionadas ao tempo pós cirúrgico.

Estes parecem ser os primeiros achados em pesquisas no Brasil que envolva a avaliação vocal na perspectiva fonética em pacientes submetidos a cirurgia supracricóidea.

#### **Considerações Finais**

Sugere-se que pesquisadores e clínicos fonoaudiólogos considerem a aplicação da análise fonética da fala em seu cotidiano. Assim, irá contribuir para compreender os ajustes fonéticos realizados durante a fala, considerando que os dados são fundamentais para entender a produção de fala do sujeito em uma perspectiva que compreende a diversidade cultural e social, bem como a não padronização ou normatização dos falantes.

#### Referências Bibliográficas

- <sup>1</sup> Pinho S, Korn GP, Pontes P. Músculos Intrínsecos da Laringe e Dinâmica Vocal. 3°. Rio de Janeiro(RJ): Thieme Revinter; 2019.
- <sup>2</sup> Cunsolo EM. Anatomy and physiology of the operated larynx. Acta Otorhinolaryngol Ital. 2010;30(5):238-43.
- <sup>3</sup> Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Estimativa 2020: incidência de câncer no Brasil / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Rio de Janeiro: INCA, 2019.
- <sup>4</sup> Ferlay J, Steliarova-Foucher E, Lortet-Tieulent J, Rosso S, Coebergh JWW, Comber H, et al. Cancer incidence and mortality patterns in Europe: Estimates for 40 countries in 2012. European Journal of Cancer. 2013;49(6):1374–403.
- <sup>5.</sup> Ferlay J, Colombet M, Soerjomataram I, Parkin DM, Piñeros M, Znaor A, et al. Cancer statistics for the year 2020: An overview. International Journal of Cancer. 2021;149(4):778–89.
- <sup>6</sup> Pacheco MS, Goulart BNGA, Almeida CPB. Tratamento do câncer de laringe: revisão da literatura publicada nos últimos dez anos. Revista CEFAC [online]. 2015;17(4):1302-18.
- <sup>7.</sup> Baker F, Ainsworth SR, Joseph Dye MT, Crammer C, Michael Thun MJ, Hoffmann D, et al. Health Risks Associated With Cigar Smoking [Internet]. Available from: http://jama.jamanetwork.com/.
- 8. Ballesteros OM, Heros FH. Epidemiologia del cáncer de laringe en la provincia de Guadalajara. O.R.L.-DIPS. 2002;29(4):172-9.
- 9-Steuer CE, El-Deiry M, Parks JR, Higgins KA, Saba NF. An update on larynx cancer. CA Cancer J Clin. 2017;67(1):31-50.
- <sup>10.</sup> Issa MR, Samuels SE, Bellile E, Shalabi FL, Eisbruch A, Wolf G. Tumor volumes and prognosis in laryngeal cancer. Cancers (Basel). 2015;7(4):2236–61.
- <sup>11</sup> Karamanou M, Markatos K, Lymperi M, Agapitos E, Androutsos G. A historical overview of laryngeal carcinoma and the first total laryngectomies. J BUON. 2017;22(3):807-11.12.
- <sup>12.</sup> Anschuetz L, Shelan M, Dematté M, Schubert AD, Giger R, Elicin O. Long-term functional outcome after laryngeal cancer treatment. Radiation Oncology. 2019;14(1):101.
- <sup>13</sup> Gomes RA, Guerra MR, V Gallo VMC, Azevedo GSM. The risk of cancer in Brazil: tendencies and recent epidemiologic studies. Revista Brasileira de Cancerologia. 2005;51(3):227-34.
- <sup>14.</sup> Gallo A, Manciocco V, Simonelli M, Pagliuca G. Supracricoid Partial Laryngectomy in the Treatment of Laryngeal Cancer Univariate and Multivariate Analysis of Prognostic Factors. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2005; 131(7):620-5.
- <sup>15.</sup> Pizzorni N, Schindler A, Castellari M, Fantini M, Crosetti E, Succo G. Swallowing safety and efficiency after open partial horizontal laryngectomy: A videofluoroscopic study. Cancers (Basel). 2019;11(4):549.
- <sup>16.</sup> Laccourreye H, Ollivier Laccourreye F, Madeleine Menard F, Gregory Weinstein F, Brasnu D. Supracricoid laryngectomy with cricohyoidoepiglottopexy: a partial laryngeal procedure for glottic carcinoma. Ann Otol Rhinal. 1990;99(6):421-6.
- <sup>17.</sup> Dawson C, Pracy P, Patterson J, Paleri V. Rehabilitation following open partial laryngeal surgery: Key issues and recommendations from the UK evidence based meeting on laryngeal câncer. Journal of Laryngology and Otology. Cambridge University Press.2019;133(3):177-82.
- <sup>18.</sup> Makeieff M, de La Breteque A, Guerrier B, Giovanni A. Voice Handicap evaluation after supracricoid partial laryngectomy. Laryngoscope. 2009;119(4):746–50.
- <sup>19.</sup> Oliveira IB, Augusti ACV, Siqueira D. Avaliação de voz e qualidade de vida após laringectomia supracricóide. Audiology Communication Research. 2013; 18(4): 353-60.
- <sup>20.</sup> Laver, J. The Phonetic Description of Voice Quality. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.
- <sup>21</sup>. Shewell C. The effect of perceptual training on ability to use the Vocal Profile Analysis Scheme. International Journal of Language and Communication Disorders. 1998;33(SUPPL. 1):322–6.
- 22. Camargo Z, Madureira S. Avaliação vocal sob a perspectiva fonética: investigação preliminar. Distúrb Comum. 2008; 20(1): 77-96
- <sup>23</sup>. Beber BC, Cielo CA. Características vocais acústicas de homens com voz e laringe normal. Revista CEFAC [online]. 2011; 13(2):340-51.
- <sup>24.</sup> Silva GNTN. Avaliação Fonética de Pacientes submetidos a laringectomia horizontal aberta tipo 2. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Ceilândia Universidade de Brasília. Brasília, 30 p.2021.

# Capítulo 5

# Uma visão ultrassonográfica sobre o deslocamento laríngeo na deglutição

Dra Andrea Baldi de Freitas
Profa Dra Márcia Wang Matusoka
Profa Dra Tereza Lofredo Bilton
Prof Dr John Paul Hempel de Lima
Profa Dra Zuleica Camargo

#### Resumo

Introdução: a ultrassonografia (USG) é um método de investigação da deglutição que não expõe o sujeito avaliado à radiação, tem baixo custo e propicia, inclusive, a oferta de alimento na situação habitual. Objetivo: investigar a deglutição pela ultrassonografia relacionando o deslocamento do hioide em diferentes consistências. Métodos: foram coletadas amostras ultrassonográficas de deglutição de 28 sujeitos adultos saudáveis. Para a análise dos dados, utilizamos proposta modificada para medidas de duração e excursão do hioide (elevação, anteriorização e retorno). Resultados: há relação entre a duração da deglutição com a excursão do hioide; o aumento da duração da deglutição aumenta, de forma proporcional, a excursão deste. Conclusão: foi possível avaliar a deglutição e relacionar o deslocamento do hioide em diferentes tarefas. Necessário ampliar o banco de dados para possibilitar a criação de um sistema de classificação clínica da medida de excursão do hioide.

Descritores: Deglutição; Laringe; Ultrassonografia; Qualidade Vocal; Fonética

## Introdução

Na prática clínica, em especial na área da disfagia, busca-se por métodos não invasivos de avaliação da deglutição que possam contribuir, de forma rápida e objetiva, na avaliação e na terapia do sujeito com alteração de deglutição (disfagia), visando seu reestabelecimento de forma segura.

Com o propósito de estudar a deglutição, vários métodos de investigação por imagem têm sido utilizados. Despertam o interesse dos profissionais da saúde, como fonoaudiólogos e médicos, uma vez que propiciam a descrição detalhada das estruturas envolvidas no processo da deglutição. Além disso, fornecem a possibilidade de mensuração de parâmetros na deglutição normal e em suas alterações.

No campo das técnicas de imagem, a ultrassonografia (USG) é uma técnica que consiste no uso de um transdutor, colocado sobre a região do corpo que será examinada, que emite ondas ultrassonográficas e transforma as ondas refletidas (ecos) pelo interior do corpo humano em sinais que são decodificados eletronicamente, em forma de uma imagem¹. É um exame não invasivo, indolor, que fornece imagens, com segurança, baixo custo, rapidez e não expõe o sujeito à radiação ou ingestão de contraste. Um diferencial da USG, em relação a outros métodos de imagem, é a possiblidade da avaliação da dinâmica da estrutura avaliada, da estrutura que está sendo avaliada, uma característica essencial neste trabalho. No campo da fonoaudiologia, a USG já tem sido utilizada para avaliar as fases oral e faríngea da deglutição, com a vantagem de se poder oferecer o alimento na situação habitual, permitindo a avaliação da deglutição à beira do leito¹².

A fala e a deglutição utilizam-se de estruturas comuns, como lábios, língua, mandíbula, faringe e laringe, conhecidas como integrantes das vias aerodigestivas superiores. Apesar disso, poucos autores estudaram sua integração, em relação ao estudo associado da fala, voz e disfagia<sup>3</sup>, <sup>4,5,6,7</sup>. No capítulo subsequente, a relação entre deglutição e qualidade vocal é esboçada a partir de abordagem integrada das vertentes perceptiva e fisiológica (imagens ultrassonográficas).

A deglutição é um processo complexo que depende da ação neuromuscular, cujos principais mecanismos são divididos em quatro fases (antecipatória, oral, faríngea e esofágica), que ocorrem intrinsicamente associadas, de forma sequencial e harmônica<sup>8</sup>. Para que isso ocorra é necessária integridade anatômica, inclusive dos receptores sensitivo-sensoriais e vias aferentes; sinapses no processamento neural, no tronco cerebral, nos centros corticais e subcorticais; vias eferentes, incluindo adequada e efetiva contração muscular de uma ampla série de pares de músculos <sup>9</sup>.

O controle neurológico da deglutição é exercido pelo centro da deglutição, uma complexa organização neural de elementos no tronco cerebral, que é necessária para iniciar e coordenar as interações neuromusculares que estão envolvidas na deglutição<sup>10</sup>. Tal organização conta com atividades do córtex cerebral, tronco cerebral e aproximadamente 30 músculos e 06 pares de nervos encefálicos, sendo: trigêmeo (V par), facial (VII par), glossofaríngeo (IX par), vago (X par), acessório espinhal (XI par) e hipoglosso (XII par), responsáveis pelos impulsos sensoriais e motores.

Em relação à neurofisiologia e à morfofisiologia, as etapas da deglutição são automaticamente controladas por áreas neuronais do tronco encefálico distribuídas por toda a substância reticular do bulbo e pela porção inferior da ponte, em uma sequência ordenada. As áreas do bulbo e da porção inferior da ponte que controlam a deglutição são coletivamente denominadas centro da deglutição. Toda a fase faríngea da deglutição ocorre em menos de dois segundos, interrompendo assim a respiração por apenas uma fração do ciclo respiratório habitual. O centro da deglutição inibe especificamente o centro respiratório bulbar durante esse período, interrompendo a respiração em qualquer ponto de seu ciclo para permitir o prosseguimento da deglutição<sup>11</sup>.

Considerando a importância do osso hioide nas funções de fonação, deglutição e respiração, destacam-se as inserções diretas de nove pares de músculos (geniohioideo, milohioideo, estilohioideo, hioglosso, omohioideo, esternohioideo, tireohioideo, constritor médio da faringe e, eventualmente, a presença do músculo elevador da glândula tireóidea) e uma inserção indireta no músculo digástrico (ventres anterior e posterior); recebe ainda a inserção dos ligamentos hioepiglótico, estilohioideo e da membrana tireo-hioidea.

O osso hioide sustenta fisicamente a região laringofaríngea, permitindo, inclusive, que as pregas vocais possam exercer suas funções vibratórias. A língua, ancorada pela sua musculatura extrínseca, pode realizar os inúmeros movimentos auxiliares na fonoarticulação e posicionamento do bolo alimentar, para posterior propulsão para câmara faríngea. Durante a mastigação, os movimentos mandibulares necessitam enormemente da ancoragem hioidea, principalmente com a ação dos grupos supra e infrahioideos. Na deglutição, o osso hioide fornece ancoragem à língua para que ela se posicione posterior e superiormente, levando o bolo alimentar para a região orofaríngea. Quando o bolo alimentar, já na região laringofaríngea, passa pela porção posterior da cartilagem cricoide, os músculos esternohioideo, esternotireoideo e tireohioideo são responsáveis pelo tracionamento e pela manutenção da laringe elevada e anteriorizada, posição esta fundamental para proteção das vias aéreas<sup>12</sup>.

Dentre as técnicas de avaliação da função da deglutição, a USG ganha destaque, pois além das características anteriormente citadas, permite a observação e a mensuração dos movimentos de algumas estruturas, com destaque para a língua e o osso hioide durante a deglutição<sup>13,14,5,16,17,18</sup>.

O objetivo deste estudo foi investigar a deglutição por meio das imagens de ultrassonografia, analisando especificamente o deslocamento do osso hioide em diferentes consistências alimentares (saliva, líquido e líquido espessado).

#### Métodos

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCSP (caae 52499215.0.0000.5482) e do Instituto Fleury/SP (CAAE nº 52499215.0.3001.5474). Os sujeitos da pesquisa foram informados sobre a realização da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Para a seleção do grupo estudado, foi apresentado um questionário a voluntários selecionados na comunidade da PUC-SP (estudantes, funcionários e docentes), *camp*i Monte Alegre e Consolação, e a sujeitos da comunidade local com questões referentes aos critérios de exclusão da pesquisa. Após a coleta de dados de 31 sujeitos, três foram excluídos da amostra, dois por apresentaram alterações de deglutição durante a coleta e um por ser um sujeito com deficiência auditiva. Os critérios de inclusão contemplaram a faixa etária adulta e bom estado de saúde geral, especialmente sem queixas de aparelhos respiratório, digestório e fonatório. Os critérios de exclusão foram: utilizar medicamentos antidepressivos (que causam frequentemente xerostomia e por consequência, dificuldade de deglutição), próteses dentárias mal adaptadas, presença de doenças neurológicas como Mal de Parkinson, Alzheimer, Esclerose Lateral Amiotrófica entre outras, histórico de câncer em região de cabeça e pescoço (e seus tratamentos) e presença de refluxo gastroesofágico.

O *corpus* da pesquisa contou, portanto, com amostras ultrassonográficas de 28 sujeitos, 13 homens e 15 mulheres, na faixa etária de 18 e 66 anos (Tabela 1).

A escolha desta faixa etária deu-se para excluir, no limite inferior, o período da muda vocal, um fenômeno fisiológico, que poderia afetar as configurações laríngeas dos sujeitos avaliados, principalmente nos homens. Para o limite superior, inicialmente a pesquisa não apresentava restrições, porém a definição da faixa etária superior ocorreu por dificuldade em encontrar, em ambos os sexos, sujeitos que se enquadrassem nos critérios de exclusão/inclusão, principalmente que não tivessem queixas do trato digestório.

Tabela 1 – Características dos sujeitos participantes da pesquisa segundo sexo e idade (anos).

Sujeito	Sexo	Idade (anos)
1	F	20
2	M	19
3	F	50
4	F	33
5	F	20
6	F	18
7	F	19

8	M	43
9	F	46
10	M	31
11	F	30
12	M	29
13	F	51
14	M	50
15	F	25
16	M	25
17	M	66
18	F	55
19	M	40
20	F	55
21	F	64
22	M	52
23	F	31
24	M	34
25	M	21
26	F	20
27	M	48
28	M	53

Legenda: F - Feminino; M - Masculino

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Além disso, foram extraídas medidas biométricas (circunferência cervical e Índice de Massa Corporal - IMC), conforme Tabela 2, para investigação do impacto de tais fatores nas coletas de amostras ultrassonográficas. As medidas de circunferência cervical (em cm) foram extraídas com fita métrica comum, na região da proeminência laríngea.

Tabela 2 – Dados gerais de distribuição das variáveis do grupo estudado em função de idade (anos), IMC e medida de circunferência cervical (cm)

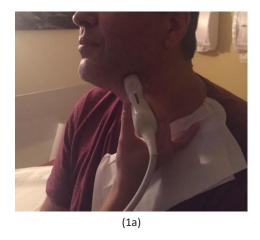
Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
IDADE (anos)	18,00	66,00	37,43	15,04
IMC	16,53	38,51	26,94	5,44
CC (cm)	30,00	51,00	36,71	5,28

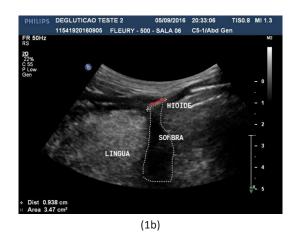
Legenda: IMC - Índice de Massa Corporal; CC - Circunferência Cervical

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

A coleta de imagens de ultrassonografia (USG) de deglutição ocorreu em uma sala de exames de ultrassonografia do laboratório Fleury Medicina e Saúde, unidade Paraíso, com o sujeito sentado em uma maca cirúrgica, de frente para a examinadora (médica ultrassonografista do laboratório Fleury), sem apoio nos pés. Os exames ultrassonográficos foram realizados pelo mesmo médico observador, utilizando-se equipamento Philips modelo iU22, com transdutor convexo de 3,5 MHz, com ajuste de imagem com a mesma regulagem, utilizando-se o ajuste de abdome pediátrico.

O transdutor foi posicionado longitudinalmente na região do pescoço `a esquerda, lateral à proeminência laríngea (Figura 1a), conforme possibilidades esboçadas em estudo anterior<sup>14,</sup> com indicativo de informações da imagem coletada em Modo B (Figura 1b). O pescoço foi mantido em leve hiperextensão.

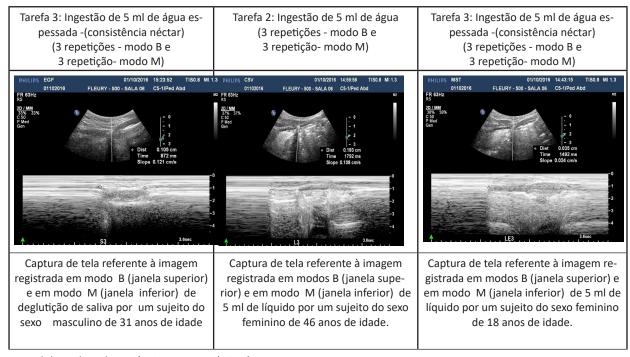




Fonte: imagens coletadas pelos próprios autores, com autorização do sujeito avaliado (2022) Figura 1 - Imagens do posicionamento do transdutor para a coleta de imagens ultrassonográficas (1a) de um sujeito do sexo masculino de 48 anos de idade e da imagem gerada- Modo B, com indicações de estruturas e projeções observadas (1b).

As tarefas de deglutição incluíram a sequência de 3 repetições de deglutições de saliva, 3 deglutições de água (consistência líquida) e 3 deglutições água espessada (consistência líquida espessada). A quantidade de líquidos foi graduada com seringa (5 ml) e a oferta ocorreu em copo descartável de 50 ml, para facilitar que o sujeito permanecesse com o líquido na boca até o momento em que a examinadora apresentasse o comando para o sujeito realizar a deglutição. A consistência líquida espessada foi preparada com o espessante *ThickenUp™Clear*, conforme as instruções do fabricante, na consistência néctar.

As tarefas foram então definidas conforme Figura 2. Para cada consistência, foram tomadas três imagens em modo B para posteriores análises do deslocamento do osso hioide e uma imagem em modo M para aferição da medida de duração da deglutição, extraída no momento da coleta (Figura 3).



Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Figura 2 - Tarefas de deglutição e exemplos de captura de imagens ultrassonográficas (Modos B e M) das tarefas de deglutição.

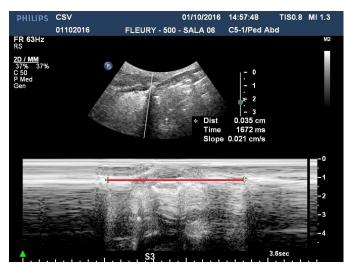
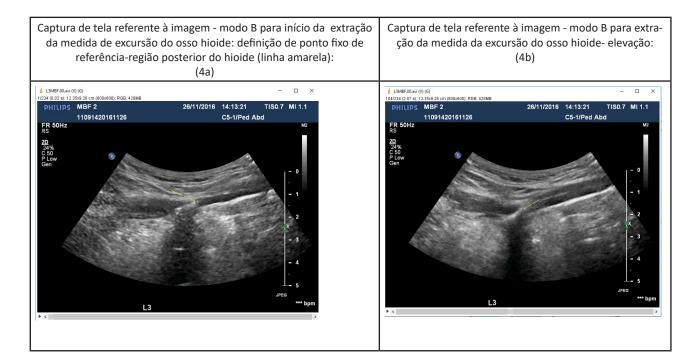


Figura 3 - Captura de tela referente à imagem registrada para extração da medida da duração de deglutição da Tarefa 1 de um sujeito do sexo feminino de 46 anos de idade. Na parte superior a imagem em modo B e na parte inferior a imagem em modo M, com indicativo da extração da medida de duração (linha vermelha).

Para a análise dos demais dados ultrassonográficos relacionados à deglutição, utilizamos a metodologia proposta por Yabunaka *et al* (2013)<sup>14</sup> modificada, para medida de excursão do osso hioide, em cada uma das tarefas de deglutição.

As imagens coletadas em cada tarefa (deglutição de saliva, líquido e de líquido espessado) foram convertidas em vídeo de extensão .AVI. Com o auxílio do programa VirtualDub, os vídeos foram convertidos para o formato segmentedAVI. Após a conversão, as imagens foram analisadas no programa ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, MD), em que foi realizada a observação quadro a quadro.

Para extração das medidas ultrassonográficas de deglutição, foram consideradas as medidas (em modo B) de excursão do osso hioide (Figura 4a) em três etapas subsequentes: 1 – do extremo posterior da imagem do hioide em repouso até o máximo de excursão no plano horizontal da imagem (em termos de elevação) (Figura 4b), 2 – do extremo posterior da imagem do hioide em repouso até o máximo de excursão no plano vertical da imagem (em termos de anteriorização) (Figura 4c) e 3 – do extremo posterior da imagem do osso hioide até o final da deglutição (em termos de retorno ao ponto de repouso) (Figura 4d).



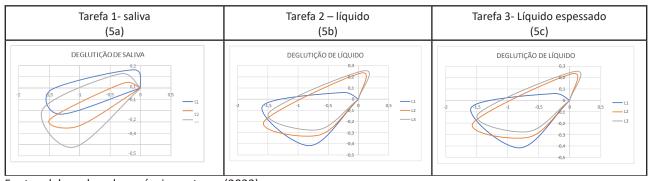


Sujeito do sexo masculino, de 48 anos de idade, na tarefa 2 (líquido)

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Figura 4 - Procedimentos de extração de medidas de deslocamento do osso hioide :1(elevação); 2 (anteriorização) e 3 (retorno ao ponto de repouso).

Após a extração das medidas de excursão do osso hioide, foram aplicadas fórmulas matemáticas com auxílio do programa *Excel (Microsoft)* que permitiram o detalhamento de análise do referido movimento. Os dados gerados permitiram a elaboração de gráficos ilustrativos da excursão do osso hioide durante a deglutição. Em tais representações, a coordenada X correspondeu à amplitude do movimento no eixo horizontal e a coordenada Y à amplitude no eixo vertical, traçando o movimento realizado pelo osso em cada tarefa de deglutição- saliva, líquido e líquido espessado (respectivas Figuras 5a, 5b e 5c), sendo escolhido como ponto inicial o par de coordenadas 0.0. Estes gráficos permitiram compor imagens que resgatam a trajetória do osso hioide durante a deglutição permitindo-se estimar, inclusive, a amplitude de seu movimento.



Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Figura 5 - Gráficos representativos das medidas ultrassonográficas de excursão do osso hioide durante a deglutição, de um sujeito adulto, do sexo masculino.

Para os dados de natureza ultrassonográfica (medidas de duração da deglutição e de índice de movimento de excursão do osso hioide (1 - elevação, 2 - anteriorização e 3 - retorno)) foram realizadas várias etapas de análise.

Em um primeiro momento, foram explorados os índices das correlações de Spearman (com nível de significância alfa 0,05) para estimativa das interferências de variáveis como sexo, idade, características biométricas (IMC e medida de circunferência cervical) em variáveis ultrassonográficas de deglutição propostas.

Na sequência, foram explorados os dados obtidos por estatística descritiva a fim de se estimar a distribuição das variáveis. As medidas de duração foram consideradas não homoscedásticas (distribuição de frequência de padrão não regular), enquanto a maioria das medidas de excursão de hioide foram tidas como homoscedásticas.

Para medidas de duração foram realizados testes de comparação de médias (uni caudal) para amostras não homoscedásticas sendo aplicados para as seguintes comparações: saliva X líquido; líquido X líquido espessado e saliva X líquido espessado. O nível de significância foi estabelecido em 0,05.

O teste de comparação de médias (uni caudal) para amostras homoscedásticas foi aplicado para as medidas de excursão do osso hioide (em termos de sua elevação, anteriorização e retorno) nas consistências saliva X líquido; líquido X líquido espessado e saliva X líquido espessado. O nível de significância 0,05.

A análise discriminante também foi aplicada como forma de se estimar a influência da variável sexo nas medidas ultrassonográficas de deglutição estudadas. Para todas as etapas, os programas Excel (Microsoft\*) e XLSTAT (Addinsoft\*) foram utilizados.

#### Resultados

Dados de correlação de Spearman revelaram que as variáveis sexo e circunferência de pescoço mostraram correlação (p=0,00) entre si. Da mesma forma, tanto sexo, quanto medida de circunferência cervical, mostraram correlação com as medidas ultrassonográficas de deglutição relativas à excursão do osso hioide (elevação na deglutição de saliva: respectivos valores de p=0,004 e p=0,028; anteriorização na deglutição de saliva: respectivos valores de p=0,006; de líquido: respectivos valores p= 0,001 e p=0,006 e de líquido espessado: respectivos valores de p= 0 e p=0,002).

Variáveis como idade e IMC não mostraram correlação com medidas ultrassonográficas de deglutição referentes à excursão do osso hioide. As medidas ultrassonográficas de duração da deglutição não mostraram correlação com variáveis como sexo, idade, IMC e medidas de circunferência do pescoço.

Para as medidas ultrassonográficas de duração da deglutição, a possibilidade de estimativa de sexos foi parcial, conforme revela a Tabela 3.

Tabela 3 - Matriz de confusão para os resultados de estimação da análise discriminante de medidas de duração da deglutição para estimativa do sexo dos sujeitos estudados.

de \ a	Feminino	Masculino	Total	% Correto
Feminino	10	4	14	71,43%
Masculino	5	9	14	64,29%
Total	15	13	28	67,86%

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Para as medidas ultrassonográficas do deslocamento do osso hioide: elevação, anteriorização e retorno para as três tarefas (deglutição de saliva, líquido e líquido espessado), os dados apresentados na Tabela 4 revelam altas possibilidades de estimativas do sexo dos sujeitos estudados a partir das medidas exploradas. Tais achados reforçaram a demanda por abordagem de resultados de forma diferenciada por sexo.

Tabela 4 - Matriz de confusão para os resultados de estimação da análise discriminante das medidas da excursão do hioide (elevação, anteriorização e retorno) para deglutição de saliva líquido e líquido espessado para estimativa do sexo dos sujeitos estudados.

de \ a	Feminino	Masculino	Total	% Correto
Feminino	14	0	14	100,00%
Masculino	1	13	14	92,86%
Total	15	13	28	96,43%

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Diante dos achados, optou-se pela apresentação dos dados de duração da deglutição não diferenciada por sexos (Tabela 5), enquanto os dados referentes às medidas de excursão do osso hioide foram diferenciada por sexo (Tabela 4), porém sem separações por idade, IMC e medidas de circunferência cervical.

#### Medidas de duração da deglutição

As informações referentes à duração da deglutição são apresentadas na Tabela 5 para as tarefas de deglutição 1 (saliva), 2 (líquido) e 3 (líquido espessado) para os sujeitos estudados.

Tabela 5 - Valores de duração (em segundos) de deglutição nas tarefas de deglutição 1 (saliva), 2 (líquido) e 3 (líquido espessado) de todos os sujeitos.

Duração — deglutição (s)	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Pa- drão
Tarefa 1- saliva	0,612	2,44	1,338	0,424
Tarefa 2- líquido	0,624	1,836	1,159	0,343
Tarefa 3- líquido espessado	0,564	1,632	1,111	0,351

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Valores estatisticamente relevantes foram detectados para as comparações pareadas envolvendo a consistência saliva (saliva x líquido: p- valor de 0,043; saliva x líquido espessado: p-valor de 0,016), mas sem relevância para líquido x líquido espessado (p-valor de 0,306).

### Medidas de excursão do osso hioide durante a deglutição

As medidas de excursão do osso hioide são apresentadas na modalidade quanto aos índices: 1-elevação, 2- anteriorização e 3- retorno e de representações gráficas, diferenciadas por tarefas de deglutição de saliva, de líquido e de líquido espessado para os sujeitos estudados.

Inicialmente, são apresentados os dados gerais das medidas na Tabela 6 para todos os sujeitos do grupo estudado. Nas Tabelas 7 e 8 são apresentados os dados dos valores médios, de limites inferior e superior e de desvio padrão das medidas de excursão do hioide (1-elevação, 2- anteriorização e 3- retorno) por tarefas de deglutição de saliva, de líquido e de líquido espessado para os sujeitos dos sexos feminino e masculino, respectivamente.

Tabela 6 - Valores médios, de limites inferior e superior e de desvio padrão das medidas de excursão do hioide (1-elevação, 2- anteriorização e 3- retorno) por tarefas de deglutição de saliva, de líquido e de líquido espessado para os sujeitos estudados.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
SM-1	0,607	1,866	1,070	0,350
SM-2	0,751	1,784	1,222	0,289
SM-3	0,112	0,715	0,319	0,124
LM-1	0,523	1,869	0,977	0,298
LM-2	0,519	1,908	1,275	0,365
LM-3	0,171	0,541	0,301	0,091
LEM-1	0,517	1,845	0,983	0,275
LEM-2	0,295	1,878	1,292	0,395
LEM-3	0,158	0,568	0,318	0,106

SM1 - Saliva medida elevação hioide; SM2 - Saliva medida anteriorização hioide; SM3 - Saliva medida retorno hioide LM1 - Líquido medida elevação hioide; LM2 - Líquido medida anteriorização hioide; LM3 - Líquido medida retorno LEM1 - Líquido espessado medida elevação hioide; LEM2 - Líquido espessado medida anteriorização hioide; LEM3 - Líquido espessado medida retorno

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Tabela 7- Valores médios, de limites inferior e superior e de desvio padrão das medidas de excursão do hioide (1-elevação, 2- anteriorização e 3- retorno) por tarefas de deglutição de saliva, de líquido e de líquido espessado para os sujeitos do sexo feminino.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
SM-1	0,654	1,216	0,878	0,172
SM-2	0,751	1,250	1,037	0,155
SM-3	0,185	0,449	0,285	0,077
LM-1	0,523	1,289	0,870	0,262
LM-2	0,519	1,697	1,057	0,293
LM-3	0,200	0,541	0,305	0,095
LEM-1	0,517	1,171	0,937	0,188
LEM-2	0,295	1,589	1,042	0,358
LEM-3	0,186	0,568	0,329	0,111

SM1 -média primeira medida saliva; SM2 - média segunda medida saliva; SM3 - média terceira deglutição saliva LM1 -média primeira medida líquido; LM2 - média segunda medida líquido; LM3 - média terceira deglutição líquido; LEM1 -média primeira medida líquido espessado; LEM2 - média segunda medida líquido espessado; LEM3 - média terceira deglutição líquido espessado

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Tabela 8 - Valores médios, de limites inferior e superior e de desvio padrão das medidas de excursão do hioide (1-elevação, 2- anteriorização e 3- retorno) por tarefas de deglutição de saliva, de líquido e de líquido espessado para os sujeitos sexo masculino.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
SM-1	0,607	1,866	1,262	0,381
SM-2	0,904	1,784	1,408	0,275
SM-3	0,112	0,715	0,353	0,153
LM-1	0,778	1,869	1,083	0,302
LM-2	0,953	1,908	1,492	0,298
LM-3	0,171	0,452	0,297	0,090
LEM-1	0,619	1,845	1,028	0,343
LEM-2	0,993	1,878	1,541	0,250
LEM-3	0,158	0,456	0,307	0,104

SM1 -média primeira medida saliva; SM2 - média segunda medida saliva; SM3 - média terceira deglutição saliva LM1 -média primeira medida líquido; LM2 - média segunda medida líquido; LM3 - média terceira deglutição líquido; LEM1 -média primeira medida líquido espessado; LEM2 - média segunda medida líquido espessado; LEM3 - média terceira deglutição líquido espessado

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

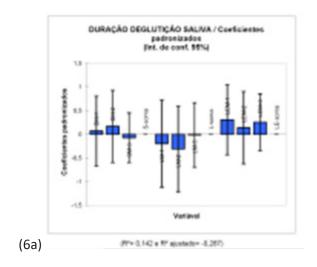
Valores estatisticamente relevantes forma detectados para as comparações pareadas envolvendo o movimento de excursão do hioide, apenas para elevação na comparação das consistências saliva x líquido (p=0,028) para todo o grupo estudado. Quando consideradas análises por sexos, diferenças estatisticamente relevantes foram reveladas para o grupo masculino para movimento de excursão de hioide - elevação nas comparações saliva x líquido (p=0,003) e líquido x líquido espessado (p=0,027).

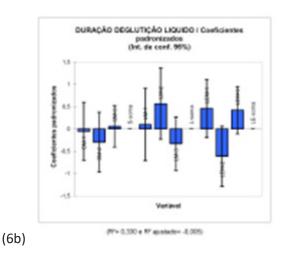
#### Relações entre medidas de duração da deglutição e de excursão do osso hioide

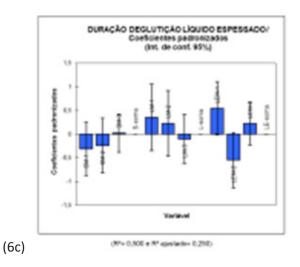
A Figura 6 ilustra os resultados de regressões lineares, respectivamente para duração da deglutição de saliva (6a), de líquido (6b) e de líquido espessado (6c) em relação às variáveis estudadas para excursão do osso hioide. Os valores de R² (abaixo apresentados) revelam que os índices de correlação foram baixos para as regressões de medidas de duração de saliva e de líquido (Figuras 6a e 6b) e moderada para líquido espessado (Figura 6c).

Nesta última consistência (líquido espessado), a regressão linear para medida de excursão do hioide- elevação revelou coeficiente positivo em 0,054 e para a medida de excursão do hioide- anteriorização, negativo em 0,546. Tais dados sugerem que a duração total da deglutição aumenta proporcionalmente à amplitude de excursão do osso hioide- elevação e, inversamente proporcional à amplitude de excursão do osso hioide-anteriorização.

Figura 6 - Gráficos representativos da análise de regressão linear para as medidas de duração da deglutição de saliva e de excursão do osso hioide (elevação, anteriorização e retorno) para saliva (a), líquido (b) e líquido espessado (c).







Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

#### Discussão

Uma exceção em termos da dificuldade técnica de precisão de extração de medidas neste estudo, referiu-se à abordagem da duração da deglutição. Tal medida pode ser facilmente extraída com a utilização do Modo M na captação de imagens ultrassonográficas, em que se consegue observar e medir, com o devido detalhamento, os momentos de início e de fim dos movimentos da deglutição.

Os procedimentos de extração de medidas de excursão do osso hioide em vários sujeitos impuseram dificuldades técnicas, decorrentes de artefatos ou pelo desaparecimento de estruturas do campo de imagem analisada durante o movimento da deglutição. Com respeito às medidas de duração, vale comentar que no videodeglutograma, por exemplo, a imagem, de boa resolução, também permite a extração da medida de duração da deglutição, de forma que, foi inclusive desenvolvido um programa que realiza medidas quantitativas da deglutição<sup>15</sup>.

Para o caso do conjunto de medidas propostas com o intuito de descrever a trajetória do osso hioide na deglutição (1 - elevação, 2 - anteriorização e 3 - retorno), cabe comentar que sua parametrização foi alvo de várias etapas de aprimoramento, num esforço conjunto de profissionais da área fonoaudiológica, fonética, médica (de imagem) e de engenharia. A etapa de inspeção de imagens representou o primeiro e crucial passo na busca por demarcação de pontos chave para definição de pontos de referência para o estabelecimento de limites de excursão do osso hioide nos planos horizontal e vertical.

As medidas de excursão do osso hioide só se mostraram estatisticamente relevantes para as comparações pareadas envolvendo o movimento de excursão - elevação do hioide na comparação das consistências saliva x líquido para todo o grupo estudado. O sexo masculino apresentou diferenças estatisticamente relevantes para o movimento de elevação do osso hioide quando comparadas as tarefas saliva x líquido e líquido x líquido espessado. Nos outros pareamentos e no sexo feminino não houve diferenças estatisticamente significantes. Tais achados estão em concordância com a literatura, em que se demonstra que quanto maior a viscosidade dos alimentos, maior o tempo de deglutição fe que o tempo de deglutição é modulado pela tarefa solicitada<sup>19</sup>.

Dentre as medidas de excursão do osso hioide, aquela referente à anteriorização foi a que apresentou os maiores valores de desvio padrão, tanto quando se realizou a comparação entre todos os sujeitos, como entre grupos distintos por sexos, especialmente o sexo feminino. Para o sexo masculino, as medidas de excursão — elevação para deglutição de saliva foram as que apresentaram maiores valores do desvio padrão.

Na inspeção das imagens de deglutição e nos momentos de demarcação dos pontos de referência para mensuração do deslocamento do osso hioide foi frequente a observação de um movimento de retorno da estrutura (assemelhando-se a um movimento descendente) a um ponto inferior ao ponto de início da sua trajetória ascendente. Tais observações foram persistentes nas mesmas imagens, inclusive dos mesmos sujeitos e apontam para a demanda de monitoramento de possíveis artefatos (como movimentação do transdutor pelo examinador ou do sujeito avaliado, e até mesmo condições de sincronização temporal da imagem analisada). Para além das questões de interferências técnicas, neste campo, o estudo realizado por Seo et al.<sup>20</sup> apontou que o deslocamento do hioide está relacionado ao volume e à consistência do bolo alimentar, referindo que, em alguns sujeitos, o hioide parece realizar um 'abaixamento' em relação ao seu ponto de repouso.

Ainda no campo das medidas ultrassonográficas da deglutição, as análises realizadas com intuito de relacionar as medidas de duração da deglutição e as variáveis estudadas para a excursão do osso hioide, nas três tarefas (saliva, líquido e líquido espessado), revelaram que, na deglutição de líquido espessado, os achados foram significativos para a medida de excursão — anteriorização. A literatura é concordante a este achado, em que se aponta que, quanto maior a consistência alimentar, maior o deslocamento do osso hioide<sup>21</sup>. Tais achados apontam a possibilidade futura de uso integrado das medidas de duração da deglutição e de excursão no hioide na avaliação clínica da deglutição (de forma não invasiva).

As análises estatísticas que correlacionaram a duração da deglutição com a excursão do osso hioide apontaram achados que correlacionaram de forma positiva esta relação, sugerindo que o aumento da duração da deglutição aumenta, de forma proporcional, à excursão do osso hioide, achado também compatível com a literatura, uma vez que para esta consistência há uma mudança no padrão de deglutição<sup>22</sup>.

As dificuldades encontradas neste estudo em relação à extração de medidas podem ser superadas com uma amostra maior e com diferentes posicionamentos do transdutor para a verificação da qualidade das imagens geradas.

O aumento da base de dados, tanto em relação ao número de sujeitos como em diferentes faixas etárias, pode auxiliar nesta investigação, bem como o aprofundamento de estudos da fisiologia laríngea, em termos da possibilidade de movimento descendente da laringe na deglutição. Há muitas décadas, descreve-se o movimento descendente da laringe no canto, conhecido inclusive com a tração da traqueia<sup>23</sup>. Para a situação de canto, as estimativas apontam para amplos movimentos descendestes de laringe, porém pouco se referiu sobre esta possibilidade na deglutição.

Os direcionamentos futuros também reforçam a demanda de ampliação do banco de dados para possibilitar a criação de um sistema de classificação clínica da medida de excursão do osso hioide, relacionando com as tarefas de deglutição e com sujeitos com variados graus de alteração de deglutição.

#### Conclusão

A investigação ultrassonográfica propiciou a estimativa de medidas de duração da deglutição e de excursão do osso hioide (em termos de sua elevação, anteriorização e retorno) para indivíduos adultos saudáveis nas diferentes tarefas propostas (saliva, líquido e líquido espessado).

#### Referências

- 1. Leite KKA, Mangilli LD, Sassi FC, Limongi SCO, Andrade CRF. Ultrassonografia e deglutição: revisão crítica da literatura. Audiol Commun Res [online] 2014 [Acessado 18/12/2021];19(4):412-20. Available from: <a href="https://doi.org/10.1590/S2317-64312014000300001378">https://doi.org/10.1590/S2317-64312014000300001378</a>.
- 2. Lynch CS, Chammas MC, Mansur LL, Cerri GG. Biomecânica ultra-sonográfica da deglutição: estudo preliminar. Radiol Bras [online] 2008 [Acessado];41(4):241-4. Available from: <a href="https://doi.org/10.1590/S0100-39842008000400008">https://doi.org/10.1590/S0100-39842008000400008</a>.
- 3. Camargo ZA, Madureira S. Análise acústica: aplicações na fonoaudiologia. In: Fernandes, FDM et al. (Org.). Tratado de Fonoaudiologia. 2ª ed. São Paulo: Roca; 2009. p.695-9.
- 4. Andrade LJC. Estudo da correlação entre qualidade vocal e disfagia pós-acidente vascular cerebral: aspectos acústicos, fisiológicos e perceptivos. Dissertação. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2004. Available from: <a href="https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/13822">https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/13822</a>.
- 5. Barata LF, Miguel LS, Silva SAC, Angelis EC. Caracterização da fonoarticulação e sua relação com a disfagia em pacientes com disartrofonia em um hospital oncológico. Distúrb Comun [online] 2009 abr [Acessado ];21(1):79-91. Available from: <a href="https://revistas.pucsp.br/index.php/dic/article/view/6944/5036">https://revistas.pucsp.br/index.php/dic/article/view/6944/5036</a>.
- 6. Simão SSS, Romero VU, Baraldi K, Oda AL, Viana CF, Chiapetta ALM. Avaliação clínica da relação entre postura, respiração e deglutição em paciente pós-acidente vascular cerebral na fase crônica: relato de caso. Revista CEFAC [online] 2013 [Acessado];15(5):1371-8. Available from: <a href="https://www.scielo.br/j/rcefac/a/PgwwDNMv7JstmJdzh8GsJJb/?format=pdf&lang=pt">https://www.scielo.br/j/rcefac/a/PgwwDNMv7JstmJdzh8GsJJb/?format=pdf&lang=pt</a>.
- 7. Camargo ZA. A abordagem fonética de dados clínicos. J of Speech Sci [online] 2012 [Acessado ];2(1):33-47. Available from: <a href="https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/joss/article/view/15015">https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/joss/article/view/15015</a>.
- 8. Marchesan IQ. Deglutição: diagnóstico e possibilidades terapêuticas. In: Marchesan IQ. Fundamentos em fonoaudiologia: aspectos clínicos da motricidade oral. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 1998. p.51-8.
- 9. Langmore SE. Endoscopic evaluation and treatment of swallowing disorders. New York: Thieme; 2001.
- 10. Alves LMT, Cassiani RA, Santos CM, Dantas RO. Gender effect on the clinical measurement of swallowing. Arq Gastroenterol [online] 2007 Sep [Acessado ];44(3):227-9. Available from: <a href="https://doi.org/10.1590/S0004-28032007000300009">https://doi.org/10.1590/S0004-28032007000300009</a>.
- 11. Guyton AC, Hall JE. Fisiologia Humana e mecanismos das doenças. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1998.
- 12. Macedo FJM. Editorial II. Rev. CEFAC [online] 2006 Dec [Acessado 18/12/2021];8(4). Available from: <a href="https://doi.org/10.1590/51516-18462008000300002">https://doi.org/10.1590/51516-18462008000300002</a>.
- 13. Ohkubo, M., Scobbie, J.M., 2019. Tongue Shape Dynamics in Swallowing Using Sagittal Ultrasound. Dysphagia 34, 112–118.. doi:10.1007/s00455-018-9921-8, Available from: <a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s00455-018-9921-8">https://link.springer.com/article/10.1007/s00455-018-9921-8</a> [Accessado 18/12/2021].
- 14. Yabunaka K, Sanada H, Sanada S, Konishi H, Hashimoto T, et al. Sonographic assessment of hyoid bone movement during swallowing: a study of normal adults with advancing age. Radiol Phys Technol [online] 2011 Jan [Acessado ];4(1):73-7. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20945118/.
- 15. Spadotto AA., Gatto AR, Cola PC, Montagnoli AN, Schelp AO, et al. Software para análise quantitativa da deglutição. Radiologia Brasileira [online] 2008;41(1):25-8. Available from: <a href="https://doi.org/10.1590/S0100-39842008000100008">https://doi.org/10.1590/S0100-39842008000100008</a>.
- 16. Feng X, Cartwright MS, Walker FO, Bargoil JH, Hu Y, Butler SG. Ultrasonographic evaluation of geniohyoid muscle and hyoid bone during swallowing in young adults. Laryngoscope [online] 2015 Aug [Acessado];125(8):1886-91. Available from: <a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25739655/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25739655/</a>.
- 18. Andrade, R.A.D., Do Sales Coriolano, M.D.G.W., De Souza, E.L.H., Da Silva, J.H.C., Da Cunha, M.D., Pernambuco, L., Ribeiro, V.V., Da Silva, H.J., 2022. Reliability of Ultrasound Examination of Hyoid Bone Displacement Amplitude: A Systematic Review and Meta-Analysis. Dysphagia.. doi:10.1007/s00455-022-10429-1
- 17. Da Costa, B.O.I., Rodrigues, D.D.S.B., Santos, A.S., Pernambuco, L., 2021. Transcutaneous Laryngeal Ultrasonography for the Assessment of Laryngeal Function After Thyroidectomy: A Review. Ear, Nose & Throat Journal 100, 439–446.. doi:10.1177/0145561319870487
- 17. Hiss SG, Strauss M, Treole K, Stuart A, Boutilier S. Effects of age, gender, bolus volume, bolus viscosity, and gustation on swallowing apnea onset relative to lingual bolus propulsion onset in normal adults. J Speech Lang Hear [online] Res 2004 Jun [Acessado];47(3):572-83. Available from: <a href="https://www.researchgate.net/publication/8494828">https://www.researchgate.net/publication/8494828</a> Effects of Age

Gender\_Bolus\_Volume\_Bolus\_Viscosity\_and\_Gustation\_on\_Swallowing\_Apnea\_Onset\_Relative\_to\_Lingual\_Bolus\_Propulsion\_Onset\_in\_Normal\_Adults.

18. Seo HG, Oh BM, Leigh JH, Han TR. Correlation varies with different time lags between the motions of the hyoid bone, epiglottis, and larynx during swallowing. Dysphagia [online] 2014 [Acessado];29:591-602. Available from: <a href="https://snucm.elsevierpure.com/en/publications/correlation-varies-with-different-time-lags-between-the-motions-o">https://snucm.elsevierpure.com/en/publications/correlation-varies-with-different-time-lags-between-the-motions-o</a>.

19. Rocha SG, Silva RG, Berti LC. Análise ultrassonográfica qualitativa e quantitativa da deglutição orofaríngea. CoDAS [online] 2015 Oct [Acessado ];27(5): 437-45. Available from: <a href="https://www.scielo.br/j/codas/a/Z7RZkK7hQrmnMYfXkKwbcxK/?format=pdf&lang=pt">https://www.scielo.br/j/codas/a/Z7RZkK7hQrmnMYfXkKwbcxK/?format=pdf&lang=pt</a>.

20. Nascimento WV. Influence of age on swallows of a highly viscous liquid bolus. Arq Gastroenterol [online] 2015 Mar [Acessado ];52(1):32-6. Available from: <a href="https://doi.org/10.1590/S0004-28032015000100008">https://doi.org/10.1590/S0004-28032015000100008</a>.

21. Sundberg J, Salomão G. Ciência da voz: fatos sobre a voz na fala e canto. São Paulo: EDUSP; 2015.

## Capítulo 6

# A relação entre os achados ultrassonográficos da deglutição e a qualidade vocal

Dra Andrea Baldi de Freitas
Profa Dra Tereza Lofredo Bilton
Profa Dra Márcia Wang Matsuoka
Dra Renata Christina Vieira
Prof Dr John Paul Hempel de Lima
Profa Dra Zuleica Camargo

#### Resumo

A ultrassonografia (USG) é um método não invasivo que permite registros de imagens do trato vocal. Até o momento, não foram encontrados estudos que esboçam relação entre a deglutição e a qualidade vocal, utilizando tal instrumental. O objetivo deste estudo foi investigar a deglutição do ponto de vista fisiológico (mediante a ultrassonografia) e relacionar aos achados perceptivos de ajustes faríngeos, laríngeos e de tensão muscular de qualidade vocal em sujeitos sem quadros de disfagia e sem queixas vocais. Para tanto, foram coletadas, de maneira simultânea, amostras ultrassonográficas de deglutição e de voz falada de 28 sujeitos adultos saudáveis, na faixa etária de 18 a 66 anos, de ambos os sexos. Para a análise perceptiva da qualidade vocal, as sentenças referentes ao *corpus* de fala foram analisadas por um juiz com formação no uso do roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme* - VPAS. Os dados de deglutição e de voz foram tratados estatisticamente, por meio da análise de natureza multivariada. Os achados de qualidade vocal referentes aos ajustes de altura de laringe, fonatórios (de modos de vibração de pregas vocais) e de tensão muscular mostraram correlação positiva com as medidas ultrassonográficas da deglutição, esboçando contribuições da aplicabilidade da ultrassonografia no aprofundamento de estudos da interrelação fala/voz e deglutição.

Descritores: Deglutição; Laringe; Faringe; Ultrassonografia; Qualidade Vocal

## Introdução

A ultrassonografia (USG), enquanto exame não invasivo, tem sido utilizada tanto na avaliação das fases oral e faríngea da deglutição<sup>1</sup>, quanto na avaliação e tratamento da fala, especialmente nos quadros dos transtornos dos sons da fala<sup>2,3</sup>.

Sendo a fala e a deglutição funções desempenhadas pelo chamado sistema estomatognático, utilizam-se de estruturas comuns, como lábios, língua, mandíbula, palato mole, paredes de faringe e laringe, conhecidas como integrantes das vias aerodigestivas superiores. Apesar dessa importante integração, poucos estudos focam a sua interrelação, de maneira que pesquisas associando a fala, e, portanto, a voz, e a disfagia<sup>4,5,6</sup>, ou mesmo a deglutição e a respiração<sup>7</sup>, são ainda incipientes. Com o advento da pandemia da covid-19, tais interações começaram a ser mais valorizadas, especialmente em função das demandas advindas dos quadros pós-covid e covid longa<sup>8,9</sup>.

Na produção da fala/voz, as estruturas dos dois aparelhos (digestório e respiratório) estão relacionadas em várias atividades. Desta forma, as estruturas envolvidas no processo de produção da fala/voz mudam da respiração para a deglutição, e retomam ainda para a fonação e articulação, em curtos intervalos de tempo, implicando numa atividade altamente coordenada<sup>4,6</sup>.

A qualidade vocal, que pode revelar características físicas, emocionais, culturais e sociais do falante, além da sua identidade e de personalidade, pode ser enfocada por meio do modelo fonético proposto por Laver<sup>10</sup>. Tal modelo não restringe a qualidade vocal ao resultado sonoro da passagem do fluxo aéreo através das pregas vocais. Para além disto, propõe a descrição das condições vibratórias de pregas vocais (elementos laríngeos/fonatórios), associada aos ajustes do trato vocal supralaríngeo (elementos articulatórios) e de tensão muscular geral (laríngea e do trato vocal), os quais modelam e influenciam a qualidade sonora final. Sendo assim, a qualidade vocal final corresponde ao conjunto de ajustes musculares quase permanentes ao longo de uma sequência sonora. O termo qualidade vocal acaba por integrar a produção sonora em seus correlatos acústicos, perceptivos e articulatórios<sup>11</sup>.

O entrelaçamento entre a qualidade vocal e a deglutição, à luz do modelo teórico da descrição da qualidade vocal<sup>10</sup>, pode trazer contribuições para a clínica fonoaudiológica, além de fornecer uma nova maneira de analisar o sujeito disfágico no ambiente clínico, domiciliar e hospitalar. O modelo propõe uma descrição detalhada dos achados de qualidade vocal, com base na combinação de vários ajustes que podem coocorrer ao longo de todo trato vocal, não se apoiando simplesmente na dicotomia normalidade-alteração vocal.

Neste contexto, a questão norteadora do presente estudo volta-se a enfocar as particularidades da relação entre a deglutição e a qualidade vocal, indagando se os achados ultrassonográficos de deglutição associados aos perceptivos de ajustes de qualidade vocal poderiam auxiliar na investigação desta possível relação.

O objetivo deste estudo foi investigar a deglutição do ponto de vista fisiológico (mediante a ultrassonografia) e relacionar aos achados perceptivos de ajustes faríngeos, laríngeos e de tensão muscular de qualidade vocal em sujeitos sem quadros de disfagia e sem queixas vocais.

#### Métodos

Conforme indicado no capítulo anterior, a pesquisa foi aprovada pelos Comitês de Ética em Pesquisa da PUCSP (CAAE nº 52499215.0.0000.5482) e do Instituto Fleury/SP (CAAE nº 52499215.0.3001.5474). Os sujeitos da pesquisa e o juiz dos procedimentos de percepção auditiva da qualidade vocal foram informados sobre a realização da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Foram, portanto, coletados dados de deglutição (ultrassonografia-imagens) e de fala (ultrassonografia-imagens e gravações em áudio), além de medidas de circunferência cervical. A coleta de imagens de ultrassonografia (USG) de deglutição e da fala/voz ocorreu em uma sala de exames de ultrassonografia do laboratório Fleury Medicina & Saúde, unidade Paraíso, com o sujeito sentado em uma maca cirúrgica, de frente para a examinadora (médica ultrassonografista do laboratório Grupo Fleury Medicina e Saúde), sem

apoio nos pés. O equipamento utilizado foi *Philips™* modelo iU22, com transdutor convexo de 3,5 MHz, com ajuste de imagem com a mesma regulagem, utilizando-se o ajuste de abdome pediátrico. As imagens ultrassonográficas foram geradas em formato AVI e os arquivos de áudio em formato .wav.

Numa primeira etapa, foram realizadas várias tarefas de deglutição. Na sequência, foram realizadas tarefas de leitura de frases para a caracterização fonética de qualidade vocal<sup>12</sup>, de maneira que houve associação de coleta de áudio simultânea à coleta de imagens ultrassonográficas. Para os registros em áudio da qualidade vocal, foi utilizado o aplicativo Gravador de um dispositivo móvel (IPhone 6), posicionado à esquerda da comissura labial esquerda do sujeito avaliado. Cabe destacar que tal coleta não impôs desconfortos ou malefícios à saúde dos indivíduos avaliados.

A coleta de amostras de áudios e de imagens de qualidade vocal deu-se a partir da leitura de 3 frases do roteiro VPAS-PB¹0, em ordem aleatorizada:

- a) "O objeto de estudo da Fonética é esta complexa, variável e poderosa face sonora da linguagem: a fala".
- b) "Na cidade de São Paulo a contribuição que cada grupo étnico ou regional deu à cidade é vista em cada esquina. Italianos, japoneses, árabes, judeus, portugueses, coreanos e pessoas de todo o país ajudaram e muito a construir esta metrópole. São Paulo é hoje uma metrópole cosmopolita, um lugar onde todos se sentem em casa".
- c) "A Roberta gosta muito de comprar livros de fotos de pássaros. Ela também costuma ir ao jardim zoológico para ver suas aves preferidas: a arara, a garça, o sabiá, o periquito, o tico-tico, a coruja e o tucano".

Foram analisadas amostras ultrassonográficas da fala e da deglutição, além de audiogravações de fala de 28 sujeitos, 13 homens e 15 mulheres, na faixa etária de 18 e 66 anos. Para a análise dos dados de fala, as sentenças referentes ao *corpus* foram analisadas por um juiz com formação no uso do roteiro VPAS-PB.

Os dados foram inicialmente abordados de forma qualitativa, a partir do levantamento da frequência de ocorrência de ajustes de qualidade vocal na população estudada, para sujeitos dos grupos feminino e masculino, seguindo os parâmetros demonstrados na Figura 1. A particularidade dos ajustes de qualidade vocal por sexos é reconhecida e dados de análise com o roteiro VPAS-PB para população brasileira reforçaram tal segregação<sup>13</sup>.

QUALIDADEVOCAL	PRIMEIRA F	PRIMEIRA PASSADA		SEGUNDA PASSADA							
	Neutro	Nãoneutro	AJUSTE		Мо	derado		Extrem o			
	11000	- Tuomoutio	7,50012		1	2	3	4	5	6	
A.ELEM ENTOSDOTRATOVO	CAL	•	•		,						
Faringe			Constrição								
			Expansão								
Altura de laringe			Elevada								
			Abaixada								
B.TENSÃO M USCULAR GERA	L										
Tensão do trato vocal			Hiperfunção								
			Hipofunção								
Tensão laríngea			Hiperfunção								
			Hipofunção								
C.ELEM ENTO SFONATÓRIOS											
	AJUSTE		Presente		G rausdeescala						
			Neutro NãoNeutro		M oderado		Extrem o				
					1	2	3	4	5	6	
Modo de fonação	Modal										
•	Falsete										
	Crepitância/	vocal fry									
	Voz crepitan	ite									
Fricção laríngea	Escape de ar										
	Voz soprosa										
Irregularidade laríngea	Voz áspera										

Ocorrências em curto termo () quebras () instabilidades () diplofonia () tremor

Para ajustes de ocorrência intermitente assinalar (i)

Fonte: extraída de Camargo, Madureira (2018)12- pg 4

Figura 1 - Parte do roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme* para o português brasileiro (VPAS-PB) - referente aos ajustes faríngeos, laríngeos, de tensão musuclar geral e fonatórios (CAMARGO, MADUREIRA, 2008).

Os julgamentos perceptivos de ajustes de qualidade vocal foram então graduados e agrupados nas seguintes categorias de ajustes de qualidade vocal (AQV): de faringe (constrição e expansão); de altura da laringe (elevada e abaixada); de tensão do trato vocal (hiperfunção e hipofunção); de tensão laríngea (hiperfunção e hipofunção); de natureza fonatória- modos de vibração (modal, crepitância (vocal fry), falsete e voz crepitante); e de natureza fonatória-ruído (escape de ar, voz soprosa e voz áspera).

Os dados ultrassonográficos da deglutição referiram-se às medidas de duração da deglutição e de excursão do osso hioide: 1- elevação; 2- anteriorização e 3- retorno, detalhados no capítulo anterior.

Para a abordagem estatística dos dados, os programas Excel (*MicrosoftTM*) e XLSTAT (*AddinsofttM*) foram utilizados. Na análise de dados de correspondências de achados ultrassonográficos da deglutição e de ajustes de qualidade vocal (AQV), foram considerados inicialmente aqueles de biometria dos falantes, como idade, Índice de Massa Corpórea (IMC) e medidas de circunferência cervical, conforme procedimentos de coleta relatados no capítulo anterior. Tal etapa de análises permitiu definir o padrão de apresentação de resultados do estudo no tópico seguinte deste texto (Tabela 1).

Tabela 1 - Dados de análise de regressão linear maximizada aplicada à investigação da influência de idade, IMC e medida de circunferência cervical (CC) nos ajustes de qualidade vocal estudados.

Variáveis	AQV- Faringe	AQV- Altura Laringe	AQV- Tensão do Trato Vocal	AQV-tensão da Laringe	AQV-Fonatórios (modos de vibração)	AQV-Fonató- rios (ruídos)
R <sup>2</sup>	0,088	0,11	0,085	0,055	0,008	0,185
F	2,493	3,206	2,424	1,518	0,201	5,917
Pr > F	0,126	0,085	0,132	0,229	0,657	0,022
		2,552		0,868	0,142	
IDADE		0,122		0,36	0,709	
IMC						4,003
						0,056
CC	1,784		1,987			
	0,193		0,171			

Legenda: AQV – Ajustes de qualidade vocal; IMC - índice de massa corpórea; CC - circunferência cervical Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

As informações da Tabela 1 revelam, a partir de valores de R², fracas correlações para todas as variáveis estudadas (abaixo de 0,3), de forma a não se necessitar abordar, no item de resultados, a qualidade vocal segundo subgrupos por idades, IMC ou medidas de circunferência cervical.

Particularidades das medidas ultrassonográficas de excursão do osso hioide e sexo dos falantes forma identificadas no capítulo anterior e consideradas de forma diferenciada por sexo dos falantes. Na presente etapa, foram considerados de forma conjunta aos ajustes de qualidade vocal, uma vez que foram criadas categorias de análises de AQV em subgrupos, os quais já contemplariam agrupamentos por sexos.

Finalmente, a análise de regressão linear maximizada (ajustada por quantidade de variáveis) foi aplicada para se estimar a correspondência entre dados ultrassonográficos da deglutição (medidas de duração da deglutição e de excursão do osso hioide: 1- elevação; 2- anteriorização e 3- retorno) e dados perceptivos de qualidade vocal, com respeito aos grupos de ajustes de qualidade vocal referentes à altura da laringe (elevada e abaixada), à tensão do trato vocal (hiperfunção e hipofunção), à tensão laríngea (hiperfunção e hipofunção), e aos ajustes fonatórios (modos de vibração de pregas vocais: modal, falsete, crepitância e voz crepitante).

#### Resultados

Na Figura 2, estão expostos os resultados denominados como a média de ocorrências para os ajustes de qualidade vocal, de maneira separada para os falantes dos sexos feminino e do masculino. Na primeira coluna, estão expostos os ajustes de qualidade vocal e, nas colunas seguintes, para cada grupo, estão preenchidos os espaços de acordo com o grau de manifestação do ajuste de qualidade vocal, conforme a legenda da mesma figura.

Qualidade Vocal	Sexo Feminino	Sexo Masculino		
A. Elementos do Trato Vocal				
Constrição Faríngea				
Expansão Faríngea				
Laringe Elevada				
Laringe Abaixada		***************************************		
B. Ajustes de Tensão Muscular				
Hiperfunção de trato Vocal				
Hipofunção de trato vocal				
Hiperfunção laríngea				
Hipofunção laríngea				
C.Elementos Fonatórios				
Modal				
Falsete				
Crepitância/Vocal Fry				
Voz crepitante		***********************		
Escape de Ar				
Voz soprosa				
Voz áspera				
Quebras				
Tremor				

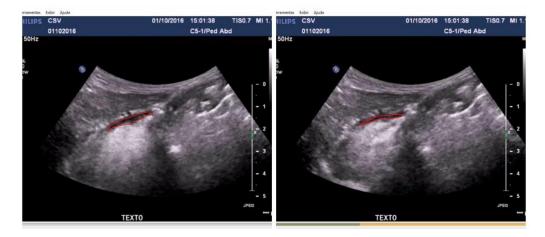
#### 1 ~~~~

Média de graduação	Preenchimento
0,50-1,0	
1,0- 1,5	
Acima de 1,5	
Neutro	

Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

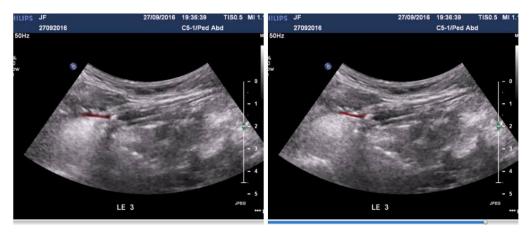
Figura 2- Perfil médio de ajustes da qualidade vocal por meio do roteiro VPAS- PB para os falantes dos sexos feminino e masculino.

Nas Figuras 3 a 5 estão expostos os momentos de produção da fala na imagem ultrassonográfica, em que é possível observar a mudança na configuração das estruturas orofaríngeas (base de língua e laringe) no início e no fim da produção de diferentes sílabas.



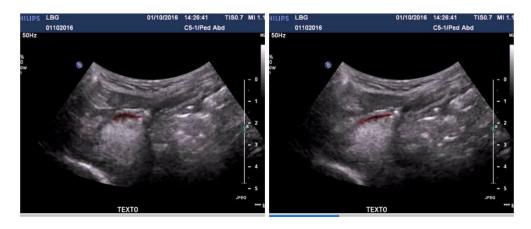
Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Figura 3 - Captura de tela registrada referente à imagem registrada em modo B de um sujeito de 46 anos do sexo feminino. À esquerda: início da sílaba [fa] da palavra [fale] com contorno em cor vermelha do espaço entre a língua e a parede da faringe. À direita: produção final da mesma sílaba, com o mesmo contorno revelando um estreitamento entre a base da língua e a parede da faringe.



Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Figura 4 - Captura de tela registrada referente à imagem registrada em modo B. À esquerda mostra o início da sílaba [ki] da palavra [periquitw] com contorno em cor vermelha do espaço entre a língua e a parede da faringe. Na imagem da direita, o mesmo sujeito, na produção final da mesma sílaba, com o mesmo contorno revelando um estreitamento entre a base da língua e a parede da faringe. Imagem de um sujeito de 20 anos, do sexo feminino.



Fonte: elaborada pelos próprios autores (2022)

Figura 5 - Captura de tela registrada referente à imagem registrada em modo B. À esquerda mostra o início da sílaba [da] da palavra [sidadʒɪ] com contorno em cor vermelha do espaço entre a língua e a parede da faringe. Na imagem da direita, o mesmo sujeito, na produção final da mesma sílaba, com o mesmo contorno revelando um estreitamento entre a base da língua e a parede da faringe. Imagem de um sujeito de 20 anos do sexo feminino.

Para os dados de duração da deglutição, a análise de regressão linear não detectou correlações significativas com ajustes de qualidade vocal, em função dos valores de R<sup>2</sup> (abaixo de 0,3) expostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados de análise de regressão linear maximizada aplicada à investigação da correlação entre a medida ultrassonográfica da duração da deglutição e os ajustes de qualidade vocal estudados.

Variáveis	AQV Faringe	AQV Altura Laringe	AQV Tensão do Trato Vocal	AQV Tensão da Laringe	AQV Fonatórios (modos de vibração)	AQVFonatórios (ruídos)
R²	0,142	0,219	0,037	0,146	0,087	0,097
F	4,292	7,304	0,998	4,442	2,488	2,799
Pr > F	0,048	0,012	0,327	0,045	0,127	0,106
DURAÇÃO SALIVA				2,352 0,137		
DURAÇÃO LIQUIDO	2,726	6,885	0,684			0,703
	0,111	0,014	0,416			0.409
DURAÇÃO LÌQUIDO ESPESSADO					1,500	
DURAÇAU LIQUIDO ESPESSADO					0,232	

Legenda:

AQV – Ajustes de qualidade vocal

Fonte: elaborada pelos prórios autores (2022)

Para os dados de excursão do hioide na deglutição, a análise de regressão linear detectou valores de correlações situado em níveis moderado (valores de R² entre 05 e 0,7) e (valores de R² entre 0,3 e 0,5) com ajustes de qualidade vocal (Tabela 3). As correlações em nível moderado foram detectadas para ajustes de qualidade vocal referentes à altura da laringe (elevada e abaixada), à tensão do trato vocal (hiperfunção), à tensão laríngea (hiperfunção e hipofunção), e aos ajustes fonatórios (dimensão dos modos de vibração de pregas vocais: modal e voz crepitante).

Tabela 3 - Dados de análise de regressão linear maximizada aplicada à investigação da correlação entre as medidas ultrassonográfica da excursão do hioide na deglutição (elevação, anteriorização e retorno) e os ajustes de qualidade vocal estudados.

	AQV- Faringe	AQV- Altura Laringe	AQV- Tensãodo Trato Vocal	AQV- tensão da Laringe	AQV- Fonatórios (modos de vibração)	AQV- Fonatórios (ruídos)
Variáveis						
R²	0,328	0,521	0,562	0,354	0,595	0,387
F	6,11	4.795	10,252	3,158	6.456	5,054
Pr > F	0.007	0,004	0 5,864	0.033 3.015	0.001	0,007
SM-1						
	4 100	7 120	0,023	0.096	4.150	
SM-2	4,192	7,138			4,159	
	0.051	0.014			0.054	
					4,164	5,201
SM-3					0.053	0.032
LM-1			8,266		3,868	
LIVI- I			0.008		0.062	
144.0	5,618	16,302	9,028	4.05		
LM-2	0.026	0.001	0,006	0,056		
		5,945				
LM-3		0,023				
LEM-1		6,383		3,062	2,988	
		0.019		0,093	0.098	
		0,010		3.954	0,000	4.211
LEM-2				0.059		0.051
		4,272		0,000	26,084	3,386
LEMA						
LEM-3		0,051			< 0,0001	0,078

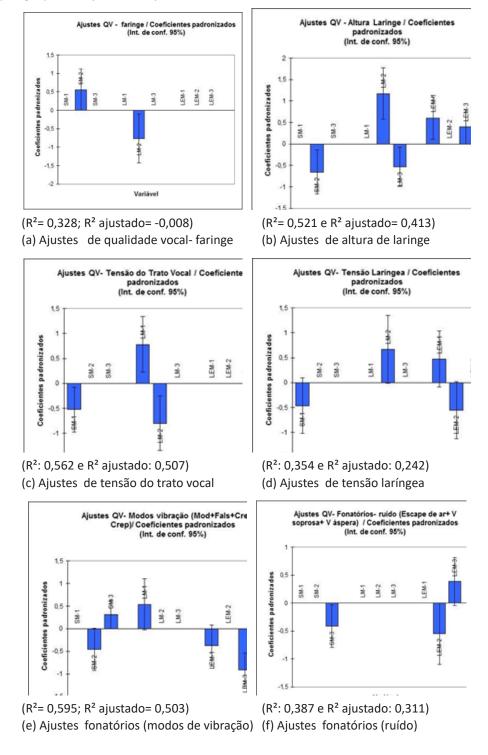
Legenda:

AQV – Ajustes de qualidade vocal

SM1 - Saliva medida elevação hioide; SM2 - Saliva medida anteriorização hioide; SM3 - Saliva medida retorno hioide LM1 - Líquido medida elevação hioide; LM2 - Líquido medida anteriorização hioide; LM3 - Líquido medida retorno LEM1 - Líquido espessado medida elevação hioide; LEM2 - Líquido espessado medida anteriorização hioide; LEM3 - Líquido espessado medida retorno

Fonte: elaborada pelos prórios autores (2022)

Na Figura 6, os gráficos da análise de regressão linear representam o detalhamento das correlações em função das medidas de excursão do osso hioide em tarefas de deglutição de diferentes consistências alimentares por grupos de ajustes de qualidade vocal (subitens indicados como (a) a (f)).



#### Legenda:

QV – qualidade vocal

SM1 - Saliva medida elevação hioide; SM2 - Saliva medida anteriorização hioide; SM3 - Saliva medida retorno hioide LM1 - Líquido medida elevação hioide; LM2 - Líquido medida anteriorização hioide; LM3 - Líquido medida retorno LEM1 - Líquido espessado medida elevação hioide; LEM2 - Líquido espessado medida anteriorização hioide; LEM3 - Líquido espessado medida retorno

Fonte: elaborada pelos prórios autores (2022)

Figura 6 - Gráficos representativo da análise de regressão linear para os ajustes de qualidade vocal ((a) faringe; (b) altura de laringe; (c) tensão do trato vocal; (d) tensão laríngea; (e) fonatórios- modos de vriabção; e (f) fonatórios- ruído) e medidas ultrassonográficas de excursão do osso hioide (elevação, anteriorização e retorno) para deglutição de saliva, líquido e líquido espessado.

Para as correlações em níveis moderados, para AQV - altura de laringe (Figura 6b) destacaram-se: movimento de excursão do osso hioide- anteriorização para deglutição de líquido (1,172) e saliva (-0,655); movimento de excursão do osso hioide- elevação em deglutição de líquido espessado (0,601); e movimento de excursão do osso hioide- retorno em deglutição de líquido (-0,532) e líquido espessado (0,398). Para AQV-tensão do trato vocal (Figura 6c) destacaram-se: movimento de excursão do osso hioide- anteriorização em deglutição de líquido (-0,799); e movimento de excursão do osso hioide- elevação em deglutição de líquido (0,778) e saliva (-0,525). Para AQV- tensão laríngea (Figura 6d) destacaram-se: movimento de excursão do osso hioide- anteriorização em deglutição de líquido (0,664) e de líquido espessado (-0,555); movimento de excursão do osso hioide- elevação em deglutição de líquido espessado (0,473) e de saliva (-0,467). Finalmente, para os AQV- ajustes fonatórios (modos de vibração de pregas vocais- Figura 6e) destacaram-se: movimento de excursão do osso hioide- anteriorização em deglutição de saliva (-0,460); movimento de excursão do osso hioide- elevação em deglutição de líquido (0,535) e de líquido espessado (-0,379); movimento de excursão do osso hioide- retorno em deglutição de saliva (0,315) e de líquido espessado (-0,906).

#### Discussão

Do ponto de vista da qualidade vocal, em termos da análise perceptiva, considerada o padrão ouro de avaliação vocal, o perfil médio dos ajustes de qualidade vocal mais frequentes nos grupos analisados demonstrou a incidência, para o sexo feminino, de AQV de: expansão faríngea, laringe abaixada, hiperfunção laríngea e voz áspera, não necessariamente combinados entre si no mesmo falante. No sexo masculino, destacou-se a ocorrência de AQV de hiperfunção laríngea e voz soprosa. Não foram detectados, na amostra estudada, os ajustes hiperfunção e hipofunção de trato vocal, falsete, e *vocal fry*/crepitância para o sexo feminino e constrição faríngea, hipofunção de trato vocal, modal, falsete e *vocal fry*/crepitância para o sexo masculino.

Neste estudo, a faixa etária não se revelou fator influente, entretanto a representatividade amostral por diferentes faixas etárias poderá, futuramente, ser ampliada para que estes aspectos sejam mapeados, uma vez que os efeitos da idade sobre a qualidade vocal também são amplamente reconhecidos, como a calcificação e a ossificação laríngea, que podem começam a se manifestar a partir da segunda década de vida14. No entanto, o foco do estudo recaiu na relação da qualidade vocal com parâmetros ultrassonográficos de deglutição, na tentativa de compreender como o desempenho da função de deglutição interfere na qualidade vocal e vice-versa.

Da mesma forma, os elementos biométricos de IMC e de medidas de circunferência cervical não reveleram correlações aos AQV detectados na esfera perceptiva.

O presente estudo propôs-se a corresponder achados de deglutição (obtidos por meio das imagens ultrassonográficas) às descrições perceptivas de qualidade vocal, justamente visando aprofundar a descrição de ações que são natural e fisiologicamente integradas.

No levantamento bibliográfico realizado, verificou-se a escassez de estudos que tenham incorporado a ultrassonografia ao estudo da qualidade vocal e, inclusive, a abordagem de parâmetros ultrassonográficos integrados de deglutição e voz. Como uma forma de contribuir ao campo de estudos, este trabalho introduz como elemento diferencial, a abordagem de dados ultrassonográficos da deglutição a dados perceptivos da qualidade vocal.

Os achados de qualidade vocal referentes aos ajustes de altura de laringe, fonatórios (de modos de vibração de pregas vocais) e de tensão muscular mostraram correlação positiva com as medidas ultrassonográficas da deglutição, esboçando contribuições da aplicabilidade da ultrassonografia no aprofundamento de estudos da interrelação fala/voz e deglutição. Salienta-se, inclusive, que os estudos voltados à voz/qualidade vocal<sup>15,16</sup> são recentes no campo das possibilidades da ultrassonografia no campo clínico da voz.

Na presente etapa, foram detectadas correspondência de alguns ajustes de qualidade vocal; referentes à altura da laringe (elevada e abaixada), à tensão do trato vocal (hiperfunção), à tensão laríngea

(hiperfunção e hipofunção), e aos ajustes fonatórios da dimensão dos modos de vibração de pregas vocais (modal e voz crepitante); a algumas medidas de deslocamento do osso hioide na deglutição. Para os quadros subgrupos de AQV foi detectada relevância dos movimentos de excursão do osso hioide em termos da anteriorização e da elevação. Para os subgrupos de AQV de altura de laringe e fonatórios (modos de vibração), também foram detectadas as influências do movimento de excursão do osso hioide em termos do retorno. Tais achados reforçam a integração da deglutição e da voz em termos das dimensões faríngea e laríngea. A continuidade de estudos poderá ampliar o enfoque para os mecanismos orais da deglutição e da dimensão de ajustes de língua, no sentido de exploração do potencial das imagens ultrassonográficas no campo fonoaudiológico.

A questão norteadora do presente estudo foi, portanto, reforçada pelos achados ultrassonográficos de deglutição associados aos perceptivos de ajustes de qualidade vocal. A continuidade de estudos prevê o aprofundamento das possibilidades de análise das imagens geradas durante a produção da fala/voz, conforme apresentado na Figura 5, uma vez que, nesta etapa, o estudo focou as possibilidades de abordagem integrada de funções e ao seu potencial uso clínico. A investigação ultrassonográfica da deglutição relacionada aos julgamentos perceptivos de ajustes de qualidade vocal pode ser importante no processo de diagnóstico das dificuldades de deglutição.

#### Conclusão

Os achados perceptivos de qualidade vocal referentes aos ajustes de altura de laringe, fonatórios (de modos de vibração de pregas vocais) e de tensão muscular do trato vocal e da laringe mostraram correlação positiva com as medidas ultrassonográficas da deglutição de excursão do osso hioide, especialmente em termos de sua anteriorização e elevação, esboçando contribuições da aplicabilidade da ultrassonografia no aprofundamento de estudos da interrelação fala/voz e deglutição.

#### Referências

- 1. Leite KKA, Mangilli LD, Sassi FC, Limongi SCO, Andrade CRF. Ultrassonografia e deglutição: revisão crítica da literatura. Audiology Communication Research [online] 2014 [Acessado 12/03/2022];19(4):412-20. Available from: https://doi.org/10.1590/S2317-64312014000300001378.
- 2. Barberena LDS, Rosado IM, Moraes DADO, Berti LC, Keske-Soares M, 2020. Ultrasonography of tongue movements for the /l/ sound and characterization by gender in children with typical and atypical speech development. Revista CEFAC 22.. doi:10.1590/1982-0216/202022111218.
- 3. Oliveira AMD, Haas P, Deschamps LM, Besen E, Moreira E, 2021. Tratamento de crianças com transtornos dos sons da fala graves ou persistentes por meio da ultrassonografia de língua. Extensio: Revista Eletrônica de Extensão 18, 206–220.. doi:10.5007/1807-0221.2021.e74700
- 4. Andrade LJC. Estudo da correlação entre qualidade vocal e disfagia pós-acidente vascular cerebral: aspectos acústicos, fisiológicos e perceptivos. [Dissertação]. São Paulo: PUC/SP; 2004 Available from: https://www.pucsp.br/liaac/download/luciana\_corrijo.pdf.
- 5. Barata LF, Miguel LS, Silva SAC, Angelis EC. Caracterização da fonoarticulação e sua relação com a disfagia em pacientes com disartrofonia em um hospital oncológico. Distúrb Comun [online] 2009 Abr [Acessado 12/03/2022];21(1):79-91. Available from: https://revistas.pucsp.br/index.php/dic/article/view/6944/5036.
- 6. Camargo Z. "Abordaje Integrado de las funciones de la respiración, deglución y habla/voz". In: Susanibar F, Parra D, Dioses A. Motricidad Orofacial: fundamentos basados en evidencias. Madrid: Editorial EOS, 2013. p.367-382.
- 7. Simão SSS, Romero VU, Baraldil K, Oda AL, Viana CL, Chiappetta ALML, Pieri A. Avaliação clínica da relação entre postura, respiração e deglutição em paciente pós-acidente vascular cerebral na fase crônica: relato de caso. Revista CEFAC [online] 2013 [Acessado 20/01/2022];15(5):1371-8. Available from: https://www.scielo.br/j/rcefac/a/PgwwDNMv7JstmJdzh8GsJJb/?format=pdf&lang=pt.
- 8. Sena TS , Castelo Branco GMP, Farias RRS. Reabilitação fonoaudiológica do paciente com COVID-19: Uma revisão integrativa Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 8, p. e13610817154, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17154. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17154. Acesso em: 13 may. 2022.
- 9. Archer, S.K., Iezzi, C.M., Gilpin, L., 2021. Swallowing and Voice Outcomes in Patients Hospitalized With COVID-19: An Observational Cohort Study. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 102, 1084–1090.. doi:10.1016/j.apmr.2021.01.063

- 10. Laver J. The Phonetic Description of Voice Quality. Cambridge: Cambridge University Press; 1980.
- 11. Camargo ZA. Análise da qualidade vocal de um grupo de indivíduos disfônicos: uma abordagem interpretativa e integrada de dados de natureza acústica, perceptiva e eletroglotográfica vocal e disfagia pós-acidente vascular cerebral: aspectos acústicos, fisiológicos e perceptivos. [Tese] São Paulo: PUC/SP; 2002. Available from: https://www.pucsp.br/liaac/download/t\_tese\_zuleica\_antonia\_camargo\_2002\_sm.pdf.
- 12. Camargo ZA, Madureira S. Voice quality analysis from a phonetic perspective: Voice Profile Analysis Scheme Profile for Brazilian Portuguese (BP-VPAS). Proceedings of the Fourth Conference on Speech Prosody. 2008.
- 13. Camargo Z. A abordagem fonética de dados clínicos. J of Speech Sci [online] 2012 [Acessado 12/03/2022];2(1):33-47. Available from: https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/joss/article/view/15015.
- 14. Mifune E, Justino VSS, Camargo ZA, & Gregio F. Análise acústica da voz do idoso: caracterização da frequência fundamental. Revista CEFAC [online] 2007 [Acessado20/01/2022];9(2):238-47. Available from: https://doi.org/10.1590/S1516-18462007000200013.
- 15. Tim Bressmann, Gillian de Boer, Viviane Cristina de Castro Marino, Eliana Maria Gradim Fabron & Larissa Cristina Berti (2017) Influence of voice focus on tongue movement in speech, Clinical Linguistics & Phonetics, 31:3, 212-221, DOI: 10.1080/02699206.2016.1235228
- 16. Jesus TVD, Almeida ANP, Camargo Z. 2021. Ultrasonography applied to the description of voice quality settings in adult speakers of Brazilian Portuguese. Revista CEFAC 23. doi:10.1590/1982-0216/20212364921

## Capítulo 7.

# Dispositivos eletrônicos e audibilidade dos sons da fala na reabilitação auditiva de criança

Profa Dra Luisa Barzaghi
Profa Dra Beatriz de Castro Andrade Mendes

**Resumo:** A reabilitação de crianças diagnosticadas com deficiência auditiva tem como ponto de partida a restauração da audibilidade por meio de dispositivos eletrônicos de acessibilidade auditiva. Neste capítulo, serão apresentados os avanços da tecnologia aplicada à avaliação e reabilitação das perdas auditivas na infância, particularmente no que se refere à possibilidade de perceber sons da fala, visando o desenvolvimento da linguagem oral.

Descritores: Auxiliares de audição; perda auditiva; percepção da fala

#### Introdução

Com a implantação da lei da triagem auditiva neonatal em 2010 pelo Ministério da Saúde¹, a demanda de bebês com deficiência de audição para intervenção tornou-se uma realidade na maior parte dos serviços especializados do Brasil. De acordo com os comitês nacionais e internacionais²³³, a intervenção deve ter início até os seis meses de idade e, idealmente, até os três meses de idade, uma vez que a integridade da audição é essencial para o desenvolvimento global do bebê e da linguagem oral. A intervenção fonoaudiológica logo após o diagnóstico da deficiência de audição inclui a seleção de aparelhos de amplificação sonora e orientação às famílias quanto à audibilidade e quanto ao desenvolvimento da função auditiva e da linguagem.

Durante o desenvolvimento global de uma criança, ocorre paralelamente o desenvolvimento auditivo. Os estudos apontam que os primeiros meses de vida são críticos para o desenvolvimento do sistema nervoso auditivo central, e ressaltam a importância do diagnóstico e intervenção da deficiência auditiva o mais cedo possível <sup>4,5,6</sup>. Nesse sentido, a intervenção fonoaudiológica, que inclui a adaptação de dispositivos eletrônicos auxiliares da audição até os seis meses de vida determinam o desenvolvimento adequado das habilidades auditivas e de linguagem <sup>7,8,9</sup>.

Cabe observar que todas as etapas do processo de intervenção são igualmente importantes para alcançar os resultados esperados, e que a terapia fonoaudiológica e o acompanhamento por equipes de saúde multiprofissionais farão parte da rotina das crianças com deficiência de audição e suas famílias ao longo dos anos. Esse atendimento frequente e a longo prazo impõe uma demanda crescente de profissionais para a realização de terapia fonoaudiológica de linguagem e audição, de equipes multiprofissionais para o acompanhamento do desenvolvimento biopsicossocial das crianças, sem contar os procedimentos relacionados à seleção, adaptação e manutenção dos dispositivos eletrônicos que promovem a audibilidade.

O conhecimento atual e o desenvolvimento da tecnologia de acessibilidade auditiva, bem como a implementação de políticas públicas favorecem a equiparação de oportunidades para a população e inclusão social para crianças com deficiência auditiva. No Brasil, as políticas públicas têm possibilitado o atendimento integral às pessoas com deficiência auditiva no Sistema Único de Saúde (SUS), abrangendo desde a triagem auditiva neonatal (TAN), diagnóstico audiológico, seleção e adaptação de dispositivos eletrônicos auxiliares da audição – como os aparelhos de Amplificação Sonora Individual (AASI) ou Implante Coclear (IC) - uso de sistemas de microfone remoto (SMR), terapia fonoaudiológica, aconselhamento familiar e acompanhamento audiológico periódico<sup>10</sup>.

A possibilidade de acesso aos serviços de saúde e o diagnóstico precoce da deficiência auditiva leva à adaptação do AASI nos primeiros meses de vida e a idade em que a criança inicia o seu uso pode ser considerada fator preditivo para o desenvolvimento da linguagem oral, com um impacto positivo no desenvolvimento de crianças com perda auditiva. A perda auditiva na criança altera as oportunidades de acesso aos sons e suas experiências auditivas durante a primeira infância são influenciadas pelas condições de audibilidade dos sons, resultantes não só das características audiológicas e da tecnologia disponível, mas também do ambiente acústico, linguístico e da qualidade da interação entre o bebê e seu cuidador. Questões de natureza socioeconômicas e emocionais podem interferir na adesão das famílias ao plano terapêutico proposto, ao uso adequado dos dispositivos, dificultando que a criança vivencie experiencias auditivas significativas oportunamente e com a frequência necessária<sup>11,12</sup>.

A Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação, ligada administrativamente à Fundação São Paulo e academicamente à Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - DERDIC/PUCSP tem um papel fundamental no atendimento a essa população e na produção de conhecimento ao longo dos anos. Desde os anos 80, o Programa de Audiologia Educacional já atendia as crianças diagnosticadas com deficiência auditiva e suas famílias, com o uso de técnicas alinhadas com a literatura nacional e internacional. A fundamentação da intervenção realizada desde aquela época sempre foi baseada no uso máximo da audição residual através da tecnologia existente, o trabalho com audibilidade e desenvolvimento da linguagem oral, com o apoio e participação das famílias.

Os professores e pesquisadores da linha de pesquisa Audição na Criança da PUCSP têm participação ativa na produção de conhecimento na área da deficiência auditiva e sempre integraram os comitês e diretorias de sociedades científicas e grupos de trabalho do Ministério da Saúde e Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo.

Em 2004, concomitantemente à publicação da Portaria Nacional de Atenção à Saúde Auditiva – PNASA¹³, foi inaugurado o Centro Audição na Criança (CeAC) na DERDIC, credenciado junto à Rede Municipal de Saúde da Prefeitura de São Paulo como um Serviço de Atenção à Saúde Auditiva na Alta Complexidade com o propósito de aprimorar o atendimento a bebês com deficiência de audição e suas famílias. O CeAC atende crianças com suspeita de perda auditiva do nascimento aos cinco anos de idade e seu espaço físico foi projetado para que as famílias pudessem se sentir acolhidas e as crianças fossem atendidas da melhor forma possível. Todos os equipamentos para o diagnóstico e seleção de AASI foram adquiridos a partir de projetos e órgãos de fomento, uma vez que o CeAC é também o espaço do Programa de Pós-Graduação em Comunicação Humana e Saúde, onde os alunos de mestrado e doutorado atuam diretamente no serviço, desenvolvendo suas pesquisas.

Em janeiro de 2014 (portarias GM 793 de 24 de abril de 2012 e GM 835 de 25 de abril de 2012), com o programa "Viver sem Limite" do Ministério da Saúde, a DERDIC foi credenciada como Centro Especializado em Reabilitação – CER II (Deficiência Auditiva e Intelectual), sendo que seu enfoque está centrado na produção da autonomia e na participação efetiva dos usuários na construção de projetos de vida pessoais e sociais¹⁴. O CeAC/DERDIC é referência para diagnóstico audiológico e intervenção para a rede de cuidados do município de São Paulo e parte das vagas reguladas são disponibilizadas para o programa de triagem auditiva neonatal universal (TANU).

Os projetos de pesquisa desenvolvidos no CeAC são propostos a partir da necessidade de regulamentações públicas na implementação de portarias e decretos na área da saúde auditiva e das demandas observadas na rotina do atendimento que abarcam desde a TAN, procedimentos clínicos de diagnóstico das deficiências auditivas na infância, procedimentos de seleção e adaptação de dispositivos eletrônicos para reabilitação auditiva, terapia fonoaudiológica de audição e linguagem, até a organização das equipes visando melhorar o acesso e adesão ao tratamento. O desafio consiste não só no aprimoramento técnico das equipes, mas também na melhoria dos processos de atendimento de forma a oferecer intervenção acessível e significativa. É imprescindível que os modelos propostos possam ser avaliados a curto e longo prazo, uma vez que o objetivo do serviço é o desenvolvimento de habilidades auditivas e de linguagem das crianças atendidas.

#### Princípios da intervenção fonoaudiológica visando à audibilidade

É fundamental que a caracterização da perda auditiva do bebê seja o mais precisa possível, pois a amplificação sonora e o estabelecimento de metas terapêuticas serão baseados nessa informação. Quanto menor a criança, mais a avaliação da audição é realizada por exames eletroacústicos e eletrofisiológicos por frequência específica obtidos com protocolos e fatores de correção específicos; à medida que os primeiros meses avançam, é importante a realização periódica da avaliação, incluindo a avaliação comportamental, assim que a criança tenha condições de resposta<sup>15</sup>.

Bebês diagnosticados com perda auditiva sensorioneural logo nos primeiros meses de vida precisam de dispositivos eletrônicos auxiliares da audição (como o AASI) adequados e ajustados com precisão às características da perda de audição e uso consistente da amplificação para possibilitar o desenvolvimento da linguagem oral. Nas últimas duas décadas, muitas publicações apontam resultados promissores para o desenvolvimento de linguagem de bebês com deficiência de audição que iniciaram o processo de intervenção no primeiro ano de vida<sup>16,17,18,19,20</sup>. Estes estudos confirmaram a importância da adequação da amplificação para a garantia da audibilidade e inteligibilidade dos sons de fala e a consistência do uso dos dispositivos como algumas das condições para o desenvolvimento de linguagem das crianças com deficiência auditiva.

É fundamental para o prognóstico do desenvolvimento de linguagem conhecer o quanto da fala é audível para um bebê com deficiência auditiva e qual a consistência do uso da amplificação. Com certeza, esses fatores não são os únicos, mas são pré-requisitos importantes para serem conhecidos pela equipe e pela família que acompanha o desenvolvimento da criança quando existe o investimento na oralidade. Portanto, avaliar e quantificar a audibilidade do sinal de fala ao longo do processo de intervenção, desde o início e durante os acompanhamentos audiológicos, torna-se fundamental para assegurar que esses pacientes tenham acesso aos sons de fala com qualidade e sem desconforto. Ao longo de todo o processo, a variabilidade da audibilidade de fala é uma característica dinâmica da amplificação que pode ser afetada por mudanças nos limiares audiológicos, condições da orelha média e mudanças no tamanho do meato acústico externo (MAE)<sup>21</sup>.

Conhecer o quanto é acessível dos sons de fala para uma criança com deficiência auditiva não é apenas conhecer o grau e configuração de sua perda auditiva<sup>9</sup>, pois isso não determina as características de percepção de fala. Os estudos atuais consideram a proporção de informação dos sons da fala que são audíveis para estimar a inteligibilidade da fala. Para quantificar a audibilidade, tem sido usado o Índice de Inteligibilidade de Fala (Speech Inteligibility Index – SII), uma medida objetiva, que pode ser estimada durante o processo de verificação da amplificação, e que representa a proporção de informação de fala audível e útil e tem alta correlação com a inteligibilidade de fala. O SII é calculado a partir do espectro do sinal de fala, espectro de ruído e o limiar de audição <sup>9,22,23,24,25</sup>.

#### Seleção e verificação das características acústicas dos dispositivos eletrônicos de amplificação

O primeiro passo no processo de seleção dos AASI será a impressão da orelha externa para a confecção dos moldes auriculares que serão utilizados para acoplar o dispositivo às orelhas da criança. Com o molde auricular em mãos, o fonoaudiólogo pode proceder as medidas acústicas *in situ* para determinação da ressonância do meato acústico externo (MAE) e das modificações acústicas provocadas pela introdução do molde no MAE.

Além disso, em função das dimensões muito pequenas do MAE do bebê, é necessário mensurar a diferença entre o meato e o acoplador utilizado para realizar a verificação da amplificação. Essa diferença é conhecida como RECD (*Real Ear to Coupler Difference*) e, uma vez estabelecida, permitirá que todo o processo de verificação da amplificação a ser usada pelo bebê seja realizada no acoplador, sem a necessidade de sua presença física e manipulação <sup>26,27,28,29</sup>. Como se trata de bebês e crianças pequenas, é fundamental que a audibilidade para sons de fala não cause desconforto, buscando o acesso a todos os sons de fala.

A determinação do ganho e saída adequados para cada bebê depende fundamentalmente dos limiares tonais e das medidas de RECD, que são parâmetros fundamentais considerados pelas regras prescritivas. Além dessas informações, uma regra prescritiva desenvolvida para crianças leva em conta o transdutor utilizado na obtenção dos limiares e as correções decorrentes das características do MAE, que impõem diferenças entre a resposta do AASI medida no acoplador e a quantidade de pressão sonora que chega próximo à membrana timpânica (RECD). A regra prescritiva DSLv5 – *Desired Sensation Level* - atende às necessidades acústicas da população pediátrica, partindo do princípio de que os sons de fala são os mais importantes para a inteligibilidade e audibilidade<sup>30,31</sup>. Uma vez estabelecidos os parâmetros acústicos e os AASI ajustados, é fundamental avaliar a adequação da amplificação de acordo com essa regra prescritiva.

Nesse sentido, a verificação dos aparelhos de amplificação sonora é o próximo passo. Rezende, Figueiredo e Novaes³² comprovaram a necessidade da verificação das características eletroacústicas dos AASI durante o processo de seleção dos AASI, pois a variação foi de até – 28 dB nas frequências altas quando compararam a prescrição de características eletroacústicas e as modificações propostas para aclimatização feitas pelos fabricantes. Seewald et al (2008)³³ enfatizam que o fonoaudiólogo que realiza a seleção de AASI em crianças não deve se limitar a utilizar os parâmetros acústicos sugeridos pelos fabricantes e, portanto, deve sempre verificar o ganho e a saída entregues pelo dispositivo e realizar os ajustes necessários para alcançar os alvos prescritos. A simples aplicação da programação sugerida pelo fabricante pode resultar em perda de

audibilidade ou desconforto para a criança com perda auditiva, uma vez que podem ocorrer grandes diferenças entre o alvo proposto e a amplificação resultante da programação padrão oferecida pelo *software* da empresa, especialmente quando consideramos as frequências mais altas.

## Speech Inteligibility Index - SII - Previsibilidade da audibilidade na infância

Figueiredo et al. (2016)<sup>25</sup> estudaram o índice de inteligibilidade de fala (SII) amplificado em relação à adequação da amplificação e a verificação dos AASI de acordo com a regra DSLm[i/o] **1**e os diferentes graus e configuração de perdas auditivas. A partir dessa relação estabeleceram cinco grupos de audibilidade e três intervalos de SII com objetivo auxiliar o profissional na validação da amplificação.

O SII está diretamente relacionado aos limiares auditivos, assim como a programação dos aparelhos de amplificação sonora. Fonoaudiólogos que atendem bebês e crianças muito pequenas não contam com a possibilidade de aplicação de testes de reconhecimento de fala usados com adultos e crianças mais velhas para a validação da amplificação. Para estimar a audibilidade para sons de fala com essa população, é necessário lançar mão de métodos objetivos como o cálculo do SII, gerado na etapa da verificação<sup>34</sup>.

Inicialmente, na década de 80, o índice de articulação (*Articulation Index – AI*) foi proposto como possibilidade de determinação de quais características da fala eram audíveis distribuindo pontos representativos do sinal acústico da fala no audiograma. Posteriormente, o *SII*<sup>35</sup> substituiu o Índice de Articulação, mas demorou a ser incorporado à prática clínica devido à complexidade do cálculo<sup>36,37</sup>. À medida que a tecnologia dos equipamentos de verificação automatizou esse cálculo durante o procedimento de verificação, o SII passou a ser usado clinicamente<sup>38</sup>.

O SII é calculado a partir do espectro do sinal de fala, do espectro do ruído e do limiar auditivo do sujeito. Os sinais de fala e ruído são filtrados em bandas de frequências e o fator de audibilidade é derivado da relação sinal-ruído, indicando o grau em que o sinal de fala é audível. Um valor de SII igual a zero significa que nenhum som de fala está audível, enquanto um resultado de 100% significa que todas as informações de fala são acessíveis ao sujeito (ANSI S3.5 – 1997 [R2012]). O SII (Speech Inteligibility Index) ou Índice de Inteligibilidade de Fala, é uma ferramenta objetiva que, está mais relacionada ao sinal de fala do que o audiograma<sup>39</sup> . O SII quantifica a informação de fala audível dentro de faixas de frequência determinadas para a inteligibilidade da fala<sup>35</sup>, comparando valores ponderados de audibilidade em condições com e sem AASI durante o processo de verificação do AASI, calculando a audibilidade que teoricamente restituída por meio da amplificação 34,40,411986. O cálculo do SII baseia-se em duas funções: Band-Audibility Function (BAF – função de audibilidade de banda) e Band-Importance Function (BIF – função de importância da banda). A primeira (BAF) se refere à quantidade de energia de fala que está acima do limiar auditivo do indivíduo numa determinada região de frequência. A segunda (BIF) se refere à contribuição relativa das diferentes faixas de frequência para a inteligibilidade da fala<sup>35</sup>. A audibilidade ponderada, ou seja, o SII, em cada faixa de frequência, pode ser calculada multiplicando a BAF pela BIF. O SII total resulta da soma dos valores de SII individuais de todas as frequências<sup>39</sup>.

Três diferentes níveis de entrada são utilizados para o cálculo do SII: 55 dB SPL, correspondente a fala em intensidade suave; 65 dB SPL, correspondente a um discurso conversacional em intensidade normal; e 75 dB SPL, correspondente a uma fala em intensidade alta<sup>33,42,43</sup>. Estudos dos últimos anos buscaram estabelecer valores normativos para o SII, visando validar a sua aplicação clínica. Os efeitos do grau e da configuração da perda auditiva para informações de fala amplificada foram explorados com o objetivo de contribuir para os processos de seleção dos AASI, tanto para a verificação quanto para a validação<sup>21,22,23,34,44,45</sup>.

Na descrição da regra prescritiva DSLv5, Scollie (2007)<sup>22</sup> concluiu que os valores de SII estão diretamente relacionados à média dos limiares auditivos analisados, ou seja, conforme a média dos limiares aumentam, o SII diminui. Em geral, os valores de SII são melhores que 60% para perdas até 75 dBNA. Para perdas piores que 80 dBNA, os valores de SII podem variar de 20 a 60%, dependendo da configuração da perda,

do nível do sinal de teste e da diferença alvo-saída. Figueiredo et al. (2019)<sup>34</sup> concluíram em seu estudo, que menores níveis de pressão sonora do estímulo de fala produzem menores índices de inteligibilidade de fala, que aparece mais acentuada nos sujeitos que apresenta, valores de SII 65 entre 36% e 55%.

#### Habilidades auditivas e habilidades de linguagem de crianças com deficiência auditiva

Mendes e Barzaghi (2011)<sup>46</sup> esclareceram que tornar todos os sons audíveis pode não garantir a inteligibilidade dos sons de fala, uma vez que outros fatores estão envolvidos nessa capacidade de discriminação. Fatores como ruído e distância, considerando os aspectos do ambiente, interferem na audibilidade e inteligibilidade de sons de fala pois prejudicam a integridade do sinal acústico. Quando se trata de pessoas com deficiência auditiva, fatores ambientais também devem ser considerados e, em se tratando do desenvolvimento e aquisição de habilidades, é muito importante que a criança tenha acesso aos sons de fala em todos os tipos de situação, já que grande parte do aprendizado é consequência da "escuta incidental"<sup>47,48,49</sup>.

À medida que o bebê cresce e o desenvolvimento motor permite que comece a se deslocar fisicamente aumenta a distância entre este e seu cuidador e consequentemente o som de fala que chega até a criança é menos intenso se comparado à quando este ainda ficava no colo. O bebê começa a engatinhar e, logo depois, a andar impactando desta forma a audibilidade da fala, mesmo quando esta é dirigira a ele. Tal questão orienta estratégias no processo de reabilitação como a necessidade de encaminhamento para implante coclear (IC) nas perdas auditivas de grau severo e profundo e/ou a indicação de sistema de microfone remoto (SMR), assim que necessário<sup>50</sup>.

A audibilidade adequada proporciona mais oportunidades de aprendizagem da língua oral. Cole e Flexer (2015)<sup>47</sup> apontam que existe grande diferença entre um sinal audível e um sinal inteligível. A fala é audível, se for possível ao indivíduo detectar a presença do som. Porém, para ser inteligível, é preciso capacidade para discriminar os sons da fala. Logo, é necessário que a criança tenha audibilidade para os sons de fala e assim ir adquirindo experiências auditivas. Figueiredo et al. (2016)<sup>25</sup>, referem que o valor de SII pode ser considerado como um indicador de audibilidade para os sons de fala, pois tem forte associação com grau e configuração audiométrica quando comparado somente ao grau da perda auditiva.

Diversos estudos demonstraram que crianças necessitam de mais audibilidade que adultos para reconhecer fala, quer seja por meio do aumento da intensidade, ou aumento de largura de banda e maiores níveis de sensação <sup>24</sup>recordings of inflectional morpheme /s/ on average were approximately 50 ms shorter and about 5 dB lower in level than word-initial /s/ sounds. They also had a lower spectral center of gravity, but not a higher coefficient of kurtosis. The second part consisted of measurements of psychometric functions relating detection of the inflectional morpheme /s/ sounds to HF bandwidth in normally hearing 5-, 7-, and 10-year-old children and adults. In speech-shaped noise, significant main effects of age were found for detection as a function of bandwidth for both the 30- and 10-dB signal-to-noise ratio (SNR. Em geral, esses estudos demonstram que a proficiência relacionada à idade pode ser um fator que vai predizer os escores de reconhecimento de fala em criança. Scollie (2008)<sup>39</sup> investigou a validade da aplicação do SII aos escores de reconhecimento de fala em crianças com audição normal e deficiência auditiva e concluiu que o SII pode ser usado para prever o desempenho de reconhecimento de fala para adultos e crianças, uma vez que os efeitos da idade e da perda auditiva foram incluídos no desenvolvimento de uma função de transferência. Em relação à percepção de fala, no caso de adultos, Nigri e lório (2019)<sup>51</sup> concluem que o SII é um bom preditor do índice de reconhecimento de fala.

McCreery et al (2019)<sup>52</sup> compararam a performance de crianças com perda de audição e com audição normal entre sete e dez anos de idade em tarefas de reconhecimento de sentenças em condições adversas de ruído e reverberação. Avaliaram também o vocabulário receptivo, atenção auditiva, memória de trabalho viso espacial, além de determinar o SII. Os resultados apontam que crianças com perdas auditivas tiveram resultados abaixo de que seus pares com audição normal no que se refere a compreensão de fala em ambiente com ruído e reverberação. Crianças com melhor vocabulário e melhores habilidades de memória

percebem melhor a fala no ruído e no ruído e reverberação. Além disso, os autores apontam que crianças com maiores SII com amplificação também apresentaram resultados superiores nestas tarefas de percepção de fala. Estes resultados ilustram bem a complexidade de fatores envolvidos nas habilidades de percepção da fala, que embora dependa da extensão da audibilidade dos sons de fala, também são influenciadas por aspectos cognitivos e linguísticos.

Os resultados do estudo de Camargo et al (2020)<sup>53</sup> com dez crianças brasileiras usuárias de AASI revelaram que ocorreu melhor correlação entre a audibilidade e a percepção de logatomas, corroborando que a percepção das palavras com significado depende também de habilidades linguísticas e cognitivas.

O interesse em relacionar as características audiológicas de crianças pequenas com o desenvolvimento da linguagem é frequente entre os pesquisadores da reabilitação. Deperon et al. (2018)<sup>54</sup> buscou relacionar características audiológicas e desenvolvimento da linguagem oral em crianças com deficiência auditiva. Para tanto aplicou o teste de vocabulário PPVT-4 (Dun, Dun, 2007)<sup>55</sup> e investigou a correlação entre os seus resultados e a audibilidade prevista pelo SII. Os resultados demonstraram que, de forma geral, as crianças com perda auditiva, usuárias de AASI, apresentaram vocabulário abaixo do esperado para sua faixa etária. Entretanto, não foi possível estabelecer correlação direta entre o desenvolvimento do vocabulário e a audibilidade, considerando a heterogeneidade da população estudada e a complexidade de fatores que determinam o desenvolvimento da linguagem. Estes resultados apontam que a audibilidade para sons de fala é condição necessária, mas não suficiente para o desenvolvimento da linguagem.

Assim como afeta o desenvolvimento da linguagem oral, as deficiências auditivas na infância terão impacto nas habilidades de leitura. Galego et al (2016)<sup>56</sup> estudaram crianças que receberam IC antes e após os 24 meses de idade e verificaram pior desempenho na tarefa de preenchimento de lacunas em textos no grupo que recebeu o Implante Coclear mais tardiamente. Macedo (2021)<sup>57</sup> estudou um grupo de 18 crianças investigando a relação entre características audiológicas, vocabulário receptivo e compreensão de leitura. Os resultados mostraram que crianças com o maior acesso aos sons de fala (SII igual ou superior a 58%) apresentaram melhor desempenho de nas provas de vocabulário e leitura.

O conhecimento atual reafirma que a intervenção junto a bebês com diagnóstico de deficiência de audição deve iniciar nos primeiros meses de vida, imediatamente após o diagnóstico e deve abranger todos os aspectos do desenvolvimento infantil, partindo da promoção da audibilidade dos sons, considerando aspectos do ambiente acústico e social, particularmente no que se refere às suas relações com a família, com a escola e posteriormente no ambiente de trabalho. De acordo com McCreery et al. (2020)<sup>58</sup>, mesmo as crianças com perdas auditivas leves, que apresentem valores de SII sem amplificação abaixo de 80, já estão em risco de apresentarem atrasos no desenvolvimento de linguagem se não usarem AASI e sugerem que o SII sem amplificação pode ser usado como critério clínico de indicação do uso de amplificação para esse grupo de crianças para garantir a audibilidade dos sons de fala e favorecer a percepção das pistas acústicas relevantes para a discriminação, reconhecimento e compreensão.

A percepção de fala depende da integridade do sistema auditivo para diferenciar padrões temporais e espectrais. A lesão nas estruturas da cóclea afeta essas habilidades de forma diretamente proporcional à extensão da lesão e, nesse sentido, quanto maior a perda auditiva, pior a resolução temporal, de frequência e de intensidade, principalmente na presença de ruído. Os dispositivos auxiliares de audição contribuem para restabelecer a audibilidade de sons, ou seja, promovem a possibilidade de detecção dos sons, mas não superam as dificuldades relacionadas à resolução de frequência, duração e intensidade, de acordo com a localização e extensão da lesão no sistema auditivo.

É necessário destacar que compreender a fala é uma tarefa cognitiva e, portanto, não depende apenas da audibilidade e das habilidades auditivas, mas também exigem a capacidade de integrar várias habilidades linguísticas (no campo da semântica, sintaxe e morfologia) e auditivas, como memória auditiva de curto prazo<sup>59,60,61</sup>. Quanto maior a dificuldade na detecção auditiva, maior o esforço envolvido na tarefa de percepção auditiva da fala, especialmente quando ocorre maior distância do falante ou ruído ambiental.

Se a audibilidade é um ponto primordial para o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem, é de extrema importância que a criança tenha acesso aos sons de fala em diferentes tipos de situação (distâncias e ambientes), uma vez que, como já foi dito, grande parte do aprendizado é consequência da escuta incidental (Cole e Flexer, 2015<sup>47</sup>).

Como a alteração da distância entre a fonte sonora e do microfone do AASI afeta os valores do índice de inteligibilidade de fala, alguns grupos de sujeitos são mais afetados que outros pela distância. Bass-Ringdahl (2010)<sup>23</sup> aponta que, valores de SII abaixo de 35% não favorecem o desenvolvimento do balbucio canônico, ou seja, uma inteligibilidade de até 35% não é suficiente para o desenvolvimento da produção de fala das consoantes. O estudo refere a necessidade de um nível essencial, mínimo de inteligibilidade para o desenvolvimento do balbucio. Para Stiles et al. (2012)the aided Speech Intelligibility Index (SII; American National Standards Institute, 2007<sup>45</sup>, Tomblin et al. (2015)<sup>62</sup> e Bagatto et al. (2010)<sup>38</sup>, valores inferiores a 65 de SII amplificado foram considerados abaixo do ideal para o desenvolvimento de linguagem.

Sendo assim, reiteramos que nos casos em que a audibilidade é vulnerável por fatores como distância e ruído, a ponto dos sons de fala de fraca intensidade não serem percebidos ou identificados, faz parte do processo de intervenção a orientação e informação aos pais em relação às tecnologias disponíveis, como o é o caso do implante coclear e quanto ao uso de Sistemas de Microfone Remoto (SMR), que contribuem para superar as dificuldades de percepção de fala.

A tecnologia do microfone remoto é a transmissão digital que capta a voz do falante via um microfone e envia o sinal para o receptor acoplado ao AASI ou IC com o objetivo de melhorar a relação sinal/ruído. As crianças com deficiência auditiva demandam um esforço maior que seus pares ouvintes, principalmente em ambiente escolar, independente do recurso tecnológico utilizado (AASI ou IC), para conseguir compreender a mensagem transmitida e essa tecnologia pode ser um fator fundamental no processo de inclusão da criança com deficiência auditiva na educação básica regular <sup>63</sup>.

#### Considerações finais

O processo de intervenção com a criança que tem perda auditiva tem sofrido muitas mudanças ao longo dos últimos 30 anos, principalmente em função do desenvolvimento da tecnologia, mas aspectos relacionados às mudanças na sociedade e composição familiar não podem ser desconsiderados.

As áreas de conhecimento da audiologia, linguística, psicologia, neurologia, entre outras têm produzido pesquisas que nos possibilita compreender melhor o desenvolvimento de linguagem oral de crianças com deficiência auditiva. Apesar de boa audibilidade, a tecnologia de captação através de microfone ainda tem inúmeros desafios. Nesse sentido, a efetividade da intervenção em crianças usuárias de dispositivos auxiliares de audição depende da articulação entre o diagnóstico médico e audiológico e equipes multidisciplinares. O conhecimento atual e o desenvolvimento da tecnologia de acessibilidade auditiva, bem como a implementação de políticas públicas favorecem a equiparação de oportunidades para a população e inclusão social para crianças com deficiência auditiva e o sucesso da inclusão social depende da parceria entre os profissionais envolvidos no processo de desenvolvimento de cada criança e sua família.

Assim como outros fenômenos complexos, a intervenção fonoaudiológica em crianças com deficiência auditiva tem sido abordada sob diversas perspectivas teóricas e práticas, sempre visando a melhores resultados em termos de desenvolvimento de linguagem. Os dispositivos eletrônicos auxiliares de audição são condição necessária, mas não suficiente dada a heterogeneidade da população de bebês e crianças com diagnóstico de deficiência auditiva. A grande diversidade de características da perda auditiva, fatores etiológicos, aspectos sociais e emocionais da família, além de outros fatores intervenientes acabam sendo determinantes da construção do plano terapêutico individual para que o objetivo de fluência na linguagem oral possa ser alcançado.

#### Referências

- 1 Brasil. Lei n°12.303, de 2 de agosto de 2010. I Dispõe sobre a obrigatoriedade de realização do exame denominado Emissões Otoacústicas Evocadas. Diário Oficial da União 2010; 03 out.
- 2 Joint Committee on Infant Hearing. Year 2019 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. Journal of Early Hearing Detection and Intervention 2019;4(2):1-44.
- 3 Lewis, D.R., Marone, S.A., Mendes, B.C., et al. Multiprofessional committee on auditory health: COMUSA. Braz J Otorhinolaryngol 2010;76(1):121-8.
- 4 Sharma A, Tobey E, Dorman M, Bharadwaj S, Martin K, Gilley P, Kunkel F.
- Central auditory maturation and babbling development in infants with
- cochlear implants. Archives of otolaryngology head & neck surgery. 2004;
- 130(5): 511-6.
- 5 Sharma A, Nash A, Dorman M. Cortical development, plasticity and reorganization in children with cochlear implants. Journal of communication disorders. 2009; 42(4): 272–9.
- 6 Campbell J, Sharma A. Visual Cross-Modal Re-Organization in Children with Cochlear Implants. PLoS One. 2016 Jan 25;11(1):e0147793. doi: 10.1371/journal.pone.0147793. PMID: 26807850; PMCID: PMC4726603.
- 7 Ching, TYC, Dillon H, Leigh G, Cupples L. 2017. "Learning from the Longitudinal Outcomes of Children with Hearing Impairment (LOCHI) study: summary of 5-year findings and implications". International Journal of Audiology 0 (0). Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group: 1–7. Doi: 10.1080/14992027.2017.1385865.
- 8 Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Wiggin M, Chung W. 2017. "Early Hearing Detection and Vocabulary of Children With Hearing Loss". Pediatrics 140 (2): 1–10. Doi: doi.org/10.1542/ peds.2016-2964.
- 9 Sininger YS, Grimes A, Christensen E. 2010. "Auditory development in early amplified children: factors influencing auditory-based communication outcomes in children with hearing loss." Ear and hearing 31 (2): 166–85. Doi: 10.1097/AUD.0b013e3181c8e7b6.
- 10 Gudmon, MC. Análise do acompanhamento audiológico de crianças com deficiência auditiva de um Serviço de Reabilitação. São Paulo, 2020, 64f. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- 11 Miguel JHS, Novaes BCAC. Reabilitação auditiva na criança: adesão ao tratamento e ao uso do aparelho de amplificação sonora individual ACR 2013;18(3):171-8.
- 12 Costa, EC. Relações entre audibilidade de sons de fala, uso de amplificação sonora e habilidades auditivas em crianças; 2015; Dissertação (Mestrado em Comunicação Humana e Saúde) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- 13 Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria Nº 2.073/ GM de 28 de setembro de 2004. Institui a Política Nacional de Atenção à Saúde Auditiva. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2004.
- 14 Brasil. 2012. "Diretrizes de Atenção da Triagem Auditiva Neonatal". In Diretrizes de Atenção da Triagem Auditiva Neonatal, organizado por Ministério da Saúde, 32. Brasília DF: Ministério da Saúde.
- 15 Martinez MAN, Novaes BCAC, 2015. Amplificação sonora em bebês. In: Edilene Marchini Boechat, Pedro de Lemos Menezes, Crhistiane Marques do Couto, Ana Cláudia Figueiredo Frizzo, Renata Coelho Scharlach, Adriana Ribeiro Tavares Anastasio. (Org.). Tratado de Audiologia. 2ed.Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015, v. 1, p. 272-278
- 16 Yoshinaga-Itano C Early intervention after universal neonatal hearing screening:impact on outcomes. Ment Retard Dev Disabil Res Reviwes. 2003;9(4):252-66. http://dx.doi.org/10.1002/mrdd.10088
- 17 Nittrouer S. Outcomes for Children With HL: Effects of Age of ID, Sign Support, and Auditory Prosthesis. Perspect Hear Hear Disord Child. 2008; 18(2): 74–82.
- 18 Nott P, Cowan R, Brown PM, Wigglesworth G. Early language development in children with profound hearing loss fitted with a device at a young age: part I-the time period taken to acquire first words and first word combinations. Ear Hear . 2009 Oct;30(5): 526–40.
- 19 Fitzpatrick E, Stevens A, Garritty C, Moher D. (2013). The effects of sign language on spoken language acquisition in children with hearing loss: a systematic review protocol. Systematic Reviews 2013, 2:108 Disponível em: http://www.systematicreviewsjournal.com/content/2/1/108
- 20 Novaes BCAC, Versolatto-Cavanaugh MC, Figueiredo RSL, Mendes BCA Fatores determinantes no desenvolvimento de habilidades comunicativas em crianças com deficiência auditiva J Soc Bras Fonoaudiol. 2012;24(4):335.
- 21 McCreery R, Walker E, Spratford M, Bentler, R, Holte L, Roush P, Oleson J, Buren J, Moeller M. (2015). Longitudinal Predictors of Aided Speech Audibility in Infants and Children. Ear and Hearing. 36 Suppl 1. 1. 10.1097/AUD.00000000000011.
- 22 Scollie S. DSL version v5.0 : Description and Early Results in Children. Audiology online [Internet]. 2007. Available from: <a href="http://www.audiologyonline.com/articles/pf">http://www.audiologyonline.com/articles/pf</a> article detail.asp?article id=1753
- 23 Bass-Ringdahl SM. 2010. "The relationship of audibility and the development of canonical babbling in young children with hearing impairment." Journal of deaf studies and deaf education 15 (3): 287–310. Doi: 10.1093/deafed/eng013.
- 24 McCreery RW, Stelmachowicz PG. Audibility-based predictions of speech recognition for children and adults with normal hearing.

- J Acoust Soc Am. 2011 Dec;130(6):4070-81. doi: 10.1121/1.3658476. PMID: 22225061; PMCID: PMC3257757.
- 25 Figueiredo RSL, Mendes B, Versolatto-Cavanaugh MC, Novaes B. Classificação de perdas auditivas por grau e configuração e relações com Índice de Inteligibilidade de Fala (SII) amplificado. CoDAS 28(6), Nov-Dec 2016, <a href="https://doi.org/10.1590/2317-1782/20162015228">https://doi.org/10.1590/2317-1782/20162015228</a>
- 26 Munro KJ. Updates on RECD Measures in children. In: Seewald R, Bamford J (Eds) A Sound Foundation Through Early Amplification. Chicago. Phonak AG, 2004. Pp 71-89.
- 27 Campos FMA. Amplificação sonora em bebês: mensuração da diferença individual entre a orelha e o acoplador de 2cc (RECD). Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006, 122f.
- 28 Bagatto, M., Moodie, S., (2007, October 8). Learning the Art to Apply the Science: Common Questions Related to Pediatric Hearing Instrument Fitting. Audiology Online, Article 1886. Accessed from the Article Archives from <a href="https://www.audiologyonline.com/articles/">www.audiologyonline.com/articles/</a>.
- 29 Moodie S, Pietrobon J, Rall E, Lindley G, Eitan L, Gordey D, Davidson L, Bagatto, M, Haluschak MM, Folkeard P, Scollie S. Using the Real-Ear-to-Coupler Difference within the American Academy of Audiology Pediatric Amplification Guideline: Protocols for Applying and Predicting Earmold RECDs. J Am Acad Audiol. 2016;27(3):264-275. doi:10.3766/jaaa.15086
- 30 Scollie Sd, Seewald Rc, Cornelisse, Moodie Ks, Bagatto M, Laurnagaray D, Beaulac S, Pumford J. The desired sensation level multistage input/output algorithm. Trends Amplif, 9(4):159-197, 2005.
- 31 Moodie STF; Network of Pediatric Audiologists of Canada, Scollie SD, Bagatto MP, Keene K. Fit-to-Targets for the Desired Sensation Level Version 5.0a Hearing Aid Prescription Method for Children. Am J Audiol. 2017;26(3):251-258. doi:10.1044/2017\_ AIA-16-0054.
- 32 Rezende J, Figueiredo RSL, Novaes BCAC. 2012. "Verificação de características eletroacústicas: estudo comparativoentre softwares de fabricantes de aparelhos de amplificação sonora individual". Distúrbios da Comunicação 24 (3): 323–35.
- 33 Seewald R, Mills J, Bagatto M, Scollie S, Moodie S. 2008. "A comparison of manufacturer-specific prescriptive procedures for infants". Hearing Journal 61 (11): 26-34. Doi: 10.1097/01.HJ.0000342436.70730.a8.
- 34 Figueiredo RSL, Mendes B, Versolatto-Cavanaugh MC, Deperon TM, Novaes B. Índice de inteligibilidade (SII) e variação da intensidade do sinal de fala em crianças com deficiência de audição. Audiol Commun Res. 2019; 24: e1733.
- 35 ANSI (1997). Methods for Calculation of the Speech Intelligibility Index. ANSI S3.5-1997. New York, NY: American National Standards Institute.
- 36 French NR, Steinberg JC. 1947. "Factors Governing the Intelligibility of Speech Sounds". The Journal of the Acoustical Society of America 19(1) (January): 90–119.
- 37 Boothroyd A. 1993. "Recovery of speech perception performance after prolonged auditory deprivation: case study." Journal of the American Academy of Audiology 4 (5): 331–336; discussion 336.
- 38 Bagatto MP, Moodie ST, Scollie SD. 2010. "Beyond Matching Targets: An Approach to Outcome Evaluation in Pediatric Hearing Aid Fitting". In: A sound Foundation Through Early Amplification, 229–44.
- 39 Scollie SD. Children's speech recognition scores: the Speech Intelligibility Index and proficiency factors for age and hearing level. Ear & Hearing, 2008. 29(4): 543-56.
- 40 Rankovic CM. 1991. "An application of the articulation index to hearing aid fitting." Journal of speech and hearing research 34 (2): 391–402.
- 41 Killion MC, Mueller HG. 2010. "Twenty Years Later: A NEW Count-the Dots Method". Hearing J. 63 (1): 10-15.
- 42 Sanders J, Stoody TM, Weber JE, Mueller HG. 2015. "Manufacturers' NAL-NL2 fittings fail real-ear verification". Hearing Review 21 (3): 24.
- 43 Amlani AM, Pumford J, Gessling E. Real-ear measurement and its impact on aided audibility and patient loyalty. Hearing Review. 2017;24(10):12-21.
- 44 Davidson LS, Louis ST, Skinner MW. 2006. "Audibility and Speech Perception of Children Using Wide Dynamic Range Compression Hearing Aids" 15 (December): 141–54.
- 45 Stiles DJ, Bentler RA, McGregor KK. 2012. "The Speech Intelligibility Index and the Pure-Tone Average as Predictors of Lexical Ability in Children Fit With Hearing Aids". Journal of Speech Language and Hearing Research. Doi: 10.1044/1092-4388(2011/10-0264).
- 46 Mendes BCA, Barzaghi L. Percepção e produção da fala e deficiência auditiva. In: Bevilacqua MC. [et al.]. Tratado de audiologia. São Paulo: Santos; 2011. p.653-69.
- 47 Cole EB, Flexer C. 2015. Children With Hearing Loss developing Listening and Talking Birth to Six. Plural Publishing 411p.
- 48 Kane MOL, Howard-Robinson S, Tamparong CL. 2009. "Classroom strategies for early learners with cochlear implants". In Cochlear implants: Principles & practices, organizado por J K Niparko, 323–34. Lippincott William & Wilkins.
- 49 Versolatto-Cavanaugh MC, Mendes BCA, Novaes BCAC, 2020. Diagnóstivo e reabilitação auditiva na infância. Tratado de Foniatria. Ed. Revinter.
- 50 Esturaro GT, Youssef BC, Ficker LB, Deperon TM, Mendes BDCA, Novaes BCDAC. (2022, January). Adesão ao uso do Sistema

- de Microfone Remoto em estudantes com deficiência auditiva usuários de dispositivos auditivos. In CoDAS (Vol. 34). Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia.
- 51 Nigri LF, Martinelli Iório MC. Estudo da correlação entre índice de inteligibilidade de fala Speech Intelligibility Index (SII) e índice percentual de reconhecimento de fala Distúrbios da Comunicação, São Paulo, 31(1): 33-43, março, 2019 <a href="http://dx.doi.org/10.23925/2176-2724.2019v31itp33-43">http://dx.doi.org/10.23925/2176-2724.2019v31itp33-43</a>.
- 52 McCreery RW, Walker EA, Spratford M, Lewis D, Brennan M. (2019). Auditory, Cognitive, and Linguistic Factors Predict Speech Recognition in Adverse Listening Conditions for Children With Hearing Loss. Frontiers in neuroscience, 13, 1093. https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01093
- 53 Camargo N, Mendes BCA, Novaes BCAC. Relationship between hearing capacity and performance on tasks of speech perception in children with hearing loss. Codas 32 (1) 2020 https://doi.org/10.1590/2317-1782/20192018139
- 54 Deperon TM, Figueiredo RSL, Leal CF, Mendes BCA, Novaes BCAC. Audibilidade e Desenvolvimento de Linguagem Oral em Crianças com Deficiência de Audição. Revista Distúrbios da Comunicação, 2018, v. 30:551-560.
- 55 Dunn LM, Dunn DM. (2007). PPVT-4: Peabody Picture Vocabulary Test-Fourth Edition. London, England: Pearson Assessments.
- 56 Gallego C, Martín-Aragoneses MT, López-Higes R, Pisón G. Semantic and syntactic reading comprehension strategies used by deaf children with early and late cochlear implantation, Research in Developmental Disabilities, Volumes 49–50, 2016.
- 57 Macedo G. Desempenho de vocabulário receptivo e habilidades de leitura em diferentes perfis de crianças com deficiência auditiva. São Paulo, 2021. Dissertação (Mestrado) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- 58 McCreery RW, Walker EA, Stiles DJ, Spratford M, Oleson JJ, Lewis DE. Audibility-Based Hearing Aid Fitting Criteria for Children with Mild Bilateral Hearing Loss. Lang Speech Hear Serv Sch. 2020;51(1):55-67. doi:10.1044/2019\_LSHSS-OCHL-19-0021
- 59 Young GA, Killen DH. (2002). Receptive and expressive language skills of children with five years of experience using a cochlear implant. Annals of Otology, Rhinology & Laryngology, 111(9), 802-810.
- 60 Padilha, RB, Deperon, TM, Mendes, BCA, Novaes, BCAC. Percepção de fala: parâmetros de desempenho e implicações na intervenção fonoaudiológica com crianças com deficiência. Revista Distúrbios da Comunicação, São Paulo, 28(1): 38-49 março, 2016.
- 61 Jorgensen LE, Benson EA, McCreery RW. Conventional Amplification for Children and Adults with Severe-to-Profound Hearing Loss. Semin Hear. 2018 Nov;39(4):364-376. doi: 10.1055/s-0038-1670699. Epub 2018 Oct 26. PMID: 30374208; PMCID: PMC6203456.
- 62 Tomblin JB, Harrison M, Ambrose SE, Walker EA, Oleson JS, Moeller MP. Language outcomes in young children with mild to severe hearing loss. Ear Hear. 2015;36(Supl 1):76S-91S. http://dx.doi.org/10.1097/AUD.00000000000019 PMid:26731161. » http://dx.doi.org/10.1097/AUD.000000000000019
- 63 Esturaro GT, Mendes BCA, Deperon TM, Novaes BCAC. Uso do sistema auxiliar de escuta com estudantes com deficiência auditiva: identificação de barreiras e facilitadores. Revista Distúrbios da Comunicação, São Paulo, 32(4): 678-689, dezembro, 2020. https://doi.org/10.23925/2176-2724.2020v32i4p678-689

### Capítulo 8

# Prosódia e tecnologia em idosos usuários de Implante coclear: a qualidade vocal na interface percepção e produção de fala

#### Resumo

Nos últimos tempos tem ocorrido um avanço do uso da tecnologia implante coclear (IC) na população idosa, com inovadora abordagem sobre os benefícios ao quadro audiológico e processos cognitivos, dentre outros biopsicossociais. Escassamente encontram-se na literatura as evidências sobre impactos em ajustes de qualidade vocal e elementos de dinâmica vocal desta população, o que contempla fortemente o processo comunicativo e de integração social do indivíduo com sua audição. Estratégias de avaliação fonoaudiológica vinculadas às de reabilitação (auditiva e da produção de fala) têm sido alicerçadas pelo modelo fonético, desde o pré operatório - previamente à decisão sobre a candidatura ao uso da tecnologia - até a ocasião após a inserção cirúrgica do dispositivo auditivo, quando o acesso aos sons, via pulso elétrico, permite mudanças em condições de percepção e produção de fala de modo indissociável. As ciências fonéticas têm permitido análise descritiva perceptivoauditiva e a extração de medidas acústicas para além de condições da presbifonia, enfocando a produção de fala na interação dos fatores compreendidos no fenômeno saúde, de seus determinantes e efeitos entre ouvir e alcançar apurados alvos acústico articulatórios, propiciando, assim, plasticidade dos sistemas auditivos e fonador. Tal pressuposto tem assentido entendimentos, a partir da fala espontânea, leitura e/ou emissão cantada e que culmina em decisões clínicas a favor de estratégias de reabilitação com acessibilidade e inclusão. Deste lugar, caminha-se nas possibilidades de enredos a desfechos promissores a esta população e inaugurais expectações em aperfeiçoamento de percepção e produção de fala: o de expressividade, o de prevenção de riscos, o de promoção de saúde e. sobretudo, os balizadores ao refinamento e sofisticação.

**Descritores:** Implante Coclear; Idoso; Qualidade da Voz; Fonética; Reabilitação da Deficiência Auditiva; Política Nacional de Atenção à Saúde Auditiva; Fonoterapia

#### Introdução

Notadamente, em virtude do aumento da expectativa de vida da sociedade atual, que avança continuamente nas últimas décadas, indivíduos do ciclo de vida a partir dos 60 anos têm demandado abordagens integrativas de condições de saúde e estados relacionados a ela em perspectiva biopsicossocial, nas quais o envelhecimento não está em determinantes patológicos restritos no corpo. Em vista disso, avançar no enfoque da funcionalidade implica potencializar o aumento de expectativa de vida, conforme pirâmide etária e determinantes sociais <sup>1-3</sup>.

O primeiro Relatório Mundial sobre Audição da Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2020, refere que atualmente 1,5 bilhão de pessoas no mundo vivem com algum grau de deficiência auditiva (DA) e estima que em 2050 cerca de 2,5 bilhões de pessoas viverão com certo grau deste referido tipo de deficiência. No Brasil há aproximadamente 10,7 milhões de pessoas com DA, sendo 2,3 milhões com grau severo (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Censo, 2010). Segundo a OMS, aproximadamente 30% das pessoas com mais de 65 anos e 50% daquelas com mais de 75 anos apresentam algum grau de DA e, ainda, aproximadamente 1 a cada 3 idosos no mundo são pessoas com este tipo de deficiência, enquanto a ocorrência dela em faixas etárias mais jovens é de: 1 a cada 200 crianças, 1 a cada 5 jovens e também esta mesma proporção em adultos<sup>4</sup>.

De outra forma, o desenvolvimento de condutas clínicas desta população idosa com DA, em conjuntura com novas possibilidades comunicativas, permitem avanços em Saúde. É axiomático que a funcionalidade em saúde não se defina pela deficiência enquanto patologia (alteração das funções e estruturas do corpo), mas sim pelo desempenho da pessoa em sua participação social, em que o ambiente onde vive pode atuar como um facilitador ou uma barreira. Tal qual, a este capítulo alinha a concepção de que PcD (pessoas com deficiência) demandam entendimentos sobre implicações da extensão de fatores impactantes em determinantes sociais, particularmente em virtude da perda da audição - em outros termos, *handicap auditivo* 5-11

O perfil do idoso atualmente é diferente do idoso de anos atrás. Alinhados à tal conjuntura e considerando *handicap auditivo* resultante de inúmeros fatores intervenientes às condições de vida e direitos sociais, realça-se a nova perspectiva de atuação em saúde ao idoso com DA: em modelo biopsicossocial. Nesse sentido há rompimento com a meta de tão somente reabilitar fisiologicamente. Especialmente debruçados aos entendimentos sobre as condições e qualidade em competências que lhes permitem acessibilidade, inclusão e autoadvocacia, PcD estão amparados pelo Estado na manutenção dos seus direitos básicos<sup>1,2,3</sup>. Significa, isto posto, assegurar direitos sociais da pessoa idosa e criar condições de promover sua autonomia, integração e participação efetiva na sociedade por meio da audição<sup>12,13</sup>.

Nesse cenário, a comunicação, em recorte sobre os estudos da Linguística, em sua vertente das Ciências da Fala, faz-se instância transversal que instaura, concretiza, reflete e amplia escopo<sup>14-19</sup> de aderência a políticas públicas voltadas à pessoa idosa. Parte-se de visão integral e que tem trazido transformações de paradigmas em promoção, prevenção, diagnóstico, acompanhamento e tratamento em Saúde, a partir de conceito de harmonia em valorização de potencialidades no estado singular de indivíduos em uma sociedade, conforme determinantes sociais.

Este capítulo estrutura-se, portanto, na abordagem da comunicação numa perspectiva de interação, indissociabilidade, dinâmica e plasticidade dos sistemas auditivos e fonador.

Em período de inclusão digital, destacadamente necessária, especialmente devido demanda por biossegurança e distanciamento físico durante pandemia pela covid-19 - consagra-se ainda mais os idosos (grupo de risco elevado para a condição de doença na pandemia e com maior demanda de distanciamento físico) crescentemente interessados, com suas famílias, a investir em atividades necessárias para o acesso ao uso das Tecnologias de Informação e Comunicação - TICs <sup>5</sup>.

O incremento das tecnologias atuais, que capacitam auditivamente o idoso com DA engajado em rede de Saúde Auditiva, resulta na elevação de expectativas em seu desempenho social. Doravante a isto, almeja-se destacar aplicabilidade de ferramentas fonéticas fundamentadas em modelos teóricos que têm

permitido definir balizadores ao diagnóstico da DA, particularmente no caso de ser o paciente candidato ao uso de tecnologias como implante coclear.

Com foco na efetividade dos processos e estratégias de fonoterapia, em acompanhamento individual e coletivo, destacam-se as possíveis influências do *setting* de fonoterapia e do prognóstico de casos clínicos conforme múltiplos fatores intervenientes envolvidos, os quais impactam na qualidade do serviço<sup>1-7;20-23</sup>.

Este capítulo discorrerá sobre a aplicabilidade de uma proposta de avaliação prosódica, baseada em modelo fonético<sup>19</sup> que impactem os processos de acompanhamento clínico e elaboração de estratégias de reabilitação de idosos com DA candidatos (ou já usuários) de Implante Coclear, adotados por um serviço capixaba brasileiro credenciado ao Sistema Único de Saúde na Rede de Cuidados à pessoa com Deficiência (RCPD).

## Ciências da Fala e Fonoaudiologia: confluência e interações imprescindíveis na abordagem entre percepção e produção de fala do idoso com DA

A Fonoaudiologia tem logrado entendimentos advindos das Ciências da Fala enquanto *práxis* de conhecimentos de características segmentais e prosódicas: modelos teóricos que explicam a complexidade dos processos de produção e de percepção de fala.

A sua integração prevê a adoção de uma perspectiva aspecto dinâmico e gradiente<sup>17</sup>, como aportes de propostas como a Teoria Quântica <sup>24</sup>, Teoria da Dispersão e pelo Princípio do Mínimo Esforço<sup>25</sup>, modelo de Dinâmica da Tarefa<sup>26</sup>, Fonologia Articulatória<sup>26</sup> ou Fonologia Acústico-Articulatória (FAAR), ao recuperarem o elo entre os planos auditivo e articulatório<sup>27</sup>.

Em tais abordagens, a plasticidade do aparelho fonador em suas propriedades e particularidades sonoras em um sistema linguístico são destacadas..

A contribuição destes modelos, e outros circunstanciados a seguir, revelam-se promissores enquanto sua observância no campo da Fonoaudiologia, ao fundamentar diversas incursões nas situações de fala com alterações, como apontam estudos desenvolvidos junto a sujeitos com deficiência auditiva<sup>28-31</sup>, desenvolvidos Grupo de Pesquisa em Estudos sobre a Fala (GeFALA) do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição - PUC-SP.

Neste cenário, especialmente de desenvolvimento de habilidades auditivas por meio do implante coclear - IC (via estimulação elétrica diretamente no órgão da audição), houve, nos últimos anos, avanço científico tanto no procedimento cirúrgico quanto no processo de elaboração de algoritmos de transdução e processamento de sinal (à conversão ao sinal elétrico de acesso aos sons de fala). Do mesmo modo, as chamadas inteligências artificiais de algoritmos permitem, cada vez mais, a previsibilidade e monitoramento, acessibilidade, de utilização da tecnologia de recursos auditivos conforme diferentes ambientes e variadas programações, em modo automático ou não. Nesse sentido, tem-se, a título de ilustração, a tecnologia integrada aos marcadores de habilidades neuropsicomotoras. Atualmente os recursos possibilitam, além de acesso para audibilidade, indicadores de biomonitoramento, tais como: notificações preditivas, controles de queda do idoso, que quando sensível a este tipo de movimento brusco (entendido por sensores que percebem possíveis movimentações da pessoa em ocasião de queda), possibilitam o acionamento de avisos a familiares, cuidadores e /ou acionamento de alarmes em sistemas de registros e acompanhamentos.

Deste modo, o IC, prótese (que substitui a função de um órgão) auditiva popularmente chamada de *ouvido biônico*, é um dispositivo auditivo de alta complexidade tecnológica, implantado no órgão da audição cóclea por meio cirúrgico. A candidatura ao uso deste tipo de tecnologia respalda-se em critérios específicos estabelecidos legitimamente em *Guidelines* e legislações1, demandando decisões de equipe interprofissional sobre avaliação do desempenho em testes de percepção de fala com e sem recurso de amplificação sonora, condições sociais, familiares, rendimento de histórico de fonoterapia e outros critérios envolvidos.

<sup>1</sup> Portaria nº 2.776, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2014 - Ministério da Saúde - Sistema Único de Saúde/SUS/Brasil e Critérios de indicação e contraindicação do implante COCLEAR-ABORL/CCF.

Dessa maneira, técnicas e condições cirúrgicas ao IC têm evoluído a cada dia e seguem consideradas de baixo risco clínico cirúrgico, o que, especialmente em idosos, tem sido fator fundamental ao acesso desta população. Progressos tecnológicos e técnicas médicas resultam no refinamento de procedimentos para preservação de acesso à cóclea e implementação do componente interno do IC, além dos tipos e modelos de ICs.

Isto posto, o modelo fonético respalda os procedimentos clínicos e especialmente a abordagem fonética do circuito compreendido entre os mecanismos de Produção e de Percepção de Fala da pessoa com DA: o entendimento sobre ajustes de qualidade vocal e elementos de dinâmica vocal dos pacientes candidatos ao uso de implante coclear e/ou já usuários desta referida tecnologia aborda propriedades que congregam variações, mudanças, plasticidade, gradientes concernentes das características próprias deste ciclo de vida e que seguem em modo inevitável.

Para tanto, o modelo fonético é sensível ao fenômeno da produção de fala em contexto de lógicas sensíveis à irregularidade de um funcionamento plástico e dinâmico, na possibilidade novas perspectivas: o de expressividade, de prevenção de riscos, de promoção de saúde e do entendimento, por meio de ferramentas de medidas acústicas como inferência ao complexo processo de desenvolvimento biopsicossocial.

A este cuidado à pessoa com DA, baterias de protocolos previstos na Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência - RCPD/SUS, especialmente aqui direciona reflexões à atenção Hospitalar do ponto da Rede, conforme Diretrizes Gerais para a Atenção Especializada às Pessoas com Deficiência Auditiva no Sistema Único de Saúde (SUS) via Portaria GM/MS nº 2.776, de 18 de dezembro de 2014, integrantes do fluxo da rede<sup>32,</sup> são adotados pelas equipes que realizam o procedimento de implante coclear nos serviços brasileiros.

Compreende-se, além disso, o impacto da perda auditiva na qualidade de vida dos idosos, compromete as relações sociais, saúde mental, habilidades motoras e mesmo o funcionamento de áreas específicas do córtex cerebral. E a tecnologia avança a esta população, ainda, considerando a ampla condição neuro cognitiva de construção de habilidades de processamento auditivo central, no trajeto a envolver, dentre outras sinapses, os núcleos cocleares, complexo olivar superior, lemnisco lateral, colículo inferior, corpo geniculado medial, córtex auditivo (lobo temporal), corpo caloso e conexões do lobo temporal com outras áreas do cérebro. Ao longo do desenvolvimento, o ser humano pode incrementar maturação e plasticidade que são, em parte, dependentes de estimulação (ou experienciação), que ativam e reforçam as vias neurais específicas<sup>33-35</sup>.

A plasticidade cerebral não é suspensa com a idade e, sobretudo, essa capacidade de mudanças de conexões entre os neurônios pode ocorrer durante toda a vida, o que permite a aprendizagem. Sobre a percepção auditiva e ajustes de produção de fala em idosos, estreitamente tem-se falado sobre os impactos dessas habilidades em condições cognitivas (e vice-versa) dos idosos com DA: componentes multifatoriais podem designar contribuição na debilitação cognitiva. Dentre múltiplos fatores de risco, a DA foi referida como sendo significante a estas referidas condições debilitantes de funções mentais. Nesta conjuntura que se considera primordial o acesso ao tratamento e reabilitação (uso de tecnologias auditivas e fonoterapia, dentre outros processos de reabilitação) inclusive, estudos fizeram associação entre DA em idosos e observaram que o desenvolvimento da demência diminui em condições de uso de aparelhos auditivos de amplificação sonora individuais<sup>36-40</sup>.

Logo, oferecer ao idoso com DA o acesso ao devido (e condizente) tipo de tecnologia de acesso aos sons de fala que ele demanda (seja ele Aparelho de Amplificação individual-AASI, Prótese Auditiva Ancorada no Osso - PAAO, Implante Coclear-IC e/ou Microfones Remotos-Sistema de Frequência Modulada-FM), para além das condições de reabilitação para desenvolvimento de habilidades auditivas e de produção de fala, está relacionado à possibilidade de prevenção de agravos, como por exemplo de funções cognitivas, como demência<sup>40</sup>.

Segundo a literatura, as causas mais comuns de DA no idoso são devido à presbiacusia, à otosclerose e à otite média crônica<sup>41-42</sup>. A DA pode ter progressão lenta ou ser adquirida repentinamente, o que impacta de modo diferente tanto a condição cortical de habilidades auditivas e processamento auditivo central, a partir de construções de engramas neurais de sons de falas, quanto às condições emocionais e de adapta-

bilidade aos efeitos de *handicap auditivo*, conforme alterações na série de funções mentais que o indivíduo realiza ao receber, analisar, interpretar, memorizar eventos acústicos e organização mental dos sons<sup>43</sup>.

Por isso, de fato, a DA por senilidade do sistema auditivo costuma ser do tipo sensorioneural bilateral comumente iniciada em acometimento de percepção auditiva para sons de alta frequência (ou seja, sons agudos). Os fatores que podem agravar ou acelerar a presbiacusia são a exposição frequente a ruídos, uso de medicação ototóxica, diabetes e fatores genéticos e metabólicos. Embora na condição fisiológica de presbiacusia a DA seja inerente ao processo de senescência, a sua detecção o quanto antes possibilita maximização do uso da audição residual e a integração da audição ao dia a dia do idoso, em tarefas que permitem manutenção da capacidade funcional daqueles que adquiriram a DA em ocasião pós lingual (pós adquirido habilidades auditivas e de linguagem verbal oral). Estritamente mediante condição fisiológica, sabemos sobre o envelhecimento promover, por exemplo, mudança de pavilhão auricular - crescimento e enrijecimento ao longo dos anos (principalmente devido à perda da proteína responsável pela elasticidade da pele), crescimento temporão da cartilagem, pele mais sensível, disfunção de ATM e/ou uso de prótese dentária, que pouco interferem na condição de uso de tecnologia IC comparativamente ao uso da AASI, que por ser amplificação ainda depende fortemente do trajeto do som acústico via pavilhão auricular, meato acústico externo e continuidade de transmissão da onda sonora ao sistema auditivo, que receberá informações eletroacústicas do auxiliar da audição.

Sobre efeitos e desempenhos na produção de fala e nas habilidades auditivas de idosos com DA, a partir de uso de dispositivos auditivos, equipes de saúde têm verificado repercussões da reabilitação e do uso de tecnologias auditivas por meio de evolução de desempenho em percepção e produção de fala correlacionados a desempenhos em testes que abordam prioritariamente desempenho cognitivo, de qualidade de vida e relatos sobre autopercepção de desempenho auditivo sobre sons em seu cotidiano<sup>44-48</sup>.

Especialmente no adulto e idoso, torna-se impactante nas estratégias de processamento de informação e ordenação de conhecimento, a eleição de estratégias, por parte do fonoaudiólogo, para desconstruir o que já está fixado e/ou identificar indicadores que permitem a transformação de padrões que anteriormente foram construídos e mantidos, por exemplo. A rota de decisões tomadas depende da informação de percepção, do acesso auditivo e/ou de informações pré-construídas, estabelecidas pelo repertório e experiências previamente desenvolvidas, como, por exemplo, perder a acuidade auditiva após um período em que o indivíduo escutou e adquiriu uso de sistema de linguagem verbal oral.

Ao processo de avaliação, acompanhamento e reabilitação dos idosos com DA, nota-se fortemente o uso de evidências auditivas, cognitivas, de qualidade de vida, que relacionam a oportunidade de melhorias em respostas mínimas auditivas para tons puros em cabine com o dispositivo IC.

Instrumentos que avaliam a evolução desta população de modo consonante ao impacto de *handicap* auditivo têm sido utilizados na avaliação e acompanhamento dos adultos e idosos usuários de tecnologias auditivas. Abarcam, exemplificadamente, avaliações acerca de Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF), de teste Fala com Ruído (F/R), Testes de Processamento Auditivo Central e Cognição<sup>43</sup> ou de Matriz de Confusão<sup>49</sup>, indicadores sobre qualidade de vida e benefícios na rotina (como o *Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire-NCIQ*<sup>50</sup>, *World Health Organization Quality of Life Assessment for Elderly People* - WHOQOL OLD), e benefícios sociais como *Hearing Handicap Inventory Questionnaire-HHI* <sup>51</sup>, *Health Utility Index* (HUI) e o *Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit* (APHAB)<sup>52</sup>. Balizadores em percepção de fala compõem decisões clínicas com a pessoa usuária de implante coclear.

Contudo, sobre produção de fala, há escassez de descrições sobre tal desempenho de idosos usuários de IC que enfoquem condições fisiológicas que não as classifiquem como patológicas<sup>19</sup>.

Sobre produção de fala nesta referida população, pesquisas referem sobre os processos de presbifonia com base em patologias no corpo, conforme diminuição da sua função, enquanto os sintomas senescentes parecem designar um *déficit* de bem estar e harmonia do sistema fisiológico do trato vocal<sup>19</sup>.

Ao se discorrer sobre a abordagem fonética, retoma-se um dos pressupostos da teoria acústica de produção da fala, com referência à acústica do aparato do trato vocal humano, ser composto por vibrador acoplado a um tubo uniforme (fonte de energia acústica), tubo ressonador (filtro) e tubo fechado numa das extremidades e aberto na outra<sup>53</sup>. Nessa concepção, esse tubo funcionante sofre mudanças anátomo-fisiológicas específicas do envelhecimento, sobre o qual recai o fenômeno acústico das ondas estacionárias, ressonâncias do trato vocal, designando os formantes, traduzidos como picos no espectro acústico que, combinados, constituem funções de transferência do trato vocal.

Sobre o processo de filtragem deste tubo, com sua plasticidade, podemos inferir relações acústico-articulatórias: no caso das vogais, o primeiro formante (F1) relaciona-se com a altura da língua na produção das vogais, e o segundo formante (F2) relaciona-se com a posição ântero posterior da língua na cavidade oral<sup>54</sup>.

A abordagem integrada e dinâmica da fala, de instâncias prosódicas como a da avaliação da qualidade vocal com motivação fonética, tem sido destaque no uso do roteiro conhecido como Vocal Profile Analysis Scheme (VPAS)<sup>15,18-19</sup> na abordagem da qualidade vocal e dinâmica vocal de idosos com IC.

Parte deste diferencial da referida abordagem reside na unidade de análise proposta: o *setting*, traduzido como ajuste, tendência muscular recorrente do aparelho fonador. Em lugar de estabelecer comparações a um suposto ideal de normalidade, o modelo fonético estabelece um parâmetro de referência, o ajuste neutro, enquanto produção intermediária em termos de atividade laríngea/fonatória (vibração de pregas vocais em padrão intermediário de tensão longitudinal (resultando num padrão intermediário na faixa tonal) e compressão medial (tensão) de pregas vocais, sem ruídos audíveis; de atividade supralaríngea/articulatória (padrão intermediário em termos da extensão total vocal e do diâmetro das cavidades ressoadoras) e nível de tensão muscular geral (intermediário entre extremos de hiper ou hipofunção)<sup>19</sup>. Os ajustes sumarizados no roteiro VPAS referem-se a variações assumidas a partir dos ajustes neutros, caracterizando os ajustes não neutros.

Tal compreensão favorece tanto o processo de programação dos dispositivos auditivos como a elaboração de estratégias terapêuticas de fonoterapia, conforme entendimento de fatores que acompanham para além dos processos da presbifonia.

A versão do roteiro *VPAS* para o português brasileiro - *VPAS*-PB<sup>15</sup>, apresentado na Figura 1 a seguir, sensibiliza entendimentos para a avaliação e acompanhamentos das habilidades auditivas com benefícios do uso da tecnologia IC na população idosa, e na elaboração de estratégias de reabilitação, envolvendo tanto as técnicas de treinamento auditivo, bem como as de produção de fala. Esta ferramenta permite mapeamentos de condições e repercussões de manutenção de ajustes laríngeos, supralaríngeos e de tensão muscular geral na plasticidade do aparelho fonador.

Nome: Data da gravação: Juiz: Identificação da gravação:

QUALIDADE VOCAL	PRIMEIRA PASSADA SEGUNDA PASSADA									
	Neutro Não neutro AJUSTE		USTE	Moderado 1 2 3			Extremo			
	A. ELE	MENTOS D	O TRATO VO	CAL			-		0.00	
			Arredondado							
1.Lábios	1		Estirados	0.0					98	
			Labiodentaliz	zação						
	Via: 18		Extensão diminuída						82 -	
	I		Extensão aumentada							
2. Mandíbula	59		Fechada						90	
	000		Aberta							
	888		Protraída				 Sc :	3	90	3
			Extensão diminuída							
			Extensão aumentada						800 800	
3.Língua ponta/lâmina	10/1/		Avançada							
	2012		Recuada						33	
4. Corpo de língua	0//		Avançado							
	200		Recuado						9	3
	92		Elevado	Elevado					2 -	
	(0.00)		Abaixado							
	53 6		Extensão diminuída		3				3	
	200		Extensão aumentada							
5.Faringe	10 0	60 - Y		Constrição					90	
	200		Expansão							
6.Velofaringe	10 17 60		Escape nasal audível						96	
	640		Nasal							
	010		Denasal						8	
			Elevada							
7. Altura de laringe			Abaixada						00	
	B. TE	ENSÃO MUS	CULAR GER	AL						
Annual School Council Brook School Brook School Sch			Hiperfunção						30 3	
8. Tensão do trato vocal	500			Hipofunção						
1 - 10 - 100/s (	100	20 %		Hiperfunção					82 3 93	
9. Tensão laríngea	i I			Hipofunção						
	C. E	LEMENTOS	FONATÓRIO	S		00	(A)	177	82	
	AJUSTE		Presente		Graus de escala				ala	
			Newton	Não Neutro	Moderado		Extremo			
			Neutro		1	2	3	4	5	6
10. Modo de fonação	Modal							,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,		
	Falsete			8						
	Crepitância/ vocal fry									
	Voz crepitante			8			8 8	9 3		
	Escape de ar					_				
11. Fricção laríngea	Voz soprosa			- 0				d' - 1		
12.lrregularidade laringea	Voz áspera						- 2			

Ocorrências em curto termo ( )quebras ( ) instabilidades ( ) diplofonia ( ) tremor Para ajustes de ocorrência intermitente assinalar (i)

DINÂMICA VOCAL		Maritan	AJUSTE	Moderado			Extremo		
		Neutro		1	2	3	4	5	6
	D. ELI	EMENTOS P	ROSÓDICOS						
13.Pitch (f0)	Habitual		Elevado	3	27	75 TS.	50	10	8
			Abaixado		0	WW			
	Extensão		Diminuída			10 00			
			Aumentada		= 0	41 13		42	- U
	Variabilidade		Diminuída						
			Aumentada		9	2007		33	-
14. <i>Loudness</i> (intensidade)	TI-EN		Aumentado		Ô	0 13			
	Habitual		Diminuído			YO CY	1	30	
	Extensão	100	Diminuída						$\top$
		47	Aumentada			38 BR		18	1
	Vallating de		Diminuída		Ĭ.	3 15			T
	Variabilidade	60	Aumentada		10	1818		38	8
15. Tempo	*								
Continuidade			Interrompida		10	28 11		I.	
Taxa de elocução			Rápida			8 8			T
			Lenta		X	ofeeto (la el :	88	107	
16.OUTROS ELEMENTOS									
Suporte respiratório			Adequado		i i	10.00	1	18	
			Inadequado			W W			T

Figura 1 – VPAS-PB apresentado em dois módulos a partir da motivação fonética: qualidade vocal e dinâmica vocal. Fonte: Camargo & Madureira (2009) pg. 295

Uma vez que se torna, notadamente, oportuno abordar a prosódia nesta população - que, por princípio de critério à candidatura ao uso de IC chega com dificuldade de acesso em condições de discriminação auditiva para sons segmentais de fala - nossa equipe tem enfocado a relação prosódia-segmento, de percepção auditiva em caráter temporal, com nítidas mudanças detectadas nos momentos pré o pós utilização da prótese implante coclear.

Da relação entre propriedades inerentes aos segmentos e aquelas relacionais da cadeia segmental, estabelecem-se alguns planos de relação das unidades fonéticas na avaliação da fala. O conceito de interdependência entre ajustes de longo termo, no plano prosódico, ancora-se na capacidade de um ajuste interferir na produção de outro ajuste, logo, dois ou mais ajustes podem fisiologicamente interagir, causando combinações com resultados diferentes<sup>55</sup>. De tal relação também se estabelece o princípio da compatibilidade, uma vez que que determinadas escolhas se comportam de maneira competitiva, uma vez que um ou mais ajustes inviabilizam a execução de outros ajustes. Os princípios da compatibilidade e interdependência entre ajustes de qualidade vocal e elementos de dinâmica vocal têm relação direta com as combinações entre os movimentos decorrentes da ação de grupos musculares do trato vocal<sup>56-57</sup>.

A análise acústica**2** tem permitido, de forma não invasiva, observar padrões da energia e mensurar algumas particularidades do sinal acústico por meio de técnicas de processamento do sinal, as quais permitem inferências sobre os fenômenos e produção de fala <sup>53-55,58</sup>, estabelecendo vários planos de correspondências com informações perceptivas e fisiológicas. No plano perceptivo, as evidências do modelo fonético têm sido consolidadas clinicamente, bem como as correspondências fisiológicas de imagens ultrassonográficas<sup>59</sup>.

No plano acústico, estudos têm abordado medidas acústicas de variabilidade de intensidade e frequência, declínio espectral, além de espectro de longo termo em fala espontânea audiogravada em contexto de fonoterapia<sup>60-61</sup>. Algumas das medidas que revelam diferenciais de evolução terapêutica na fala referem-se a: mediana de Frequência Fundamental (F0), semiamplitude entre quartis de F0, quantil 99 e meio por cento de F0, assimetria de F0, média de 1ª derivada de F0, desvio padrão de 1ª derivada de F0, assimetria de intensidade, média de declínio espectral, desvio padrão de declínio espectral, assimetria de declínio espectral, desvio padrão de longo termo).

O serviço capixaba credenciado na rede de Saúde Auditiva do Sistema Único de Saúde (SUS), Programa de Implante Coclear - Núcleo da Audição da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES congrega *práxis* fonoaudiológica no acompanhamento da pessoa com DA, em todos os ciclos de vida, e sobre o enfoque da reabilitação, contempla debruçar investigação ao processo de desenvolvimento da percepção auditiva e da produção de fala dos usuários do serviço, considerando os múltiplos fatores intervenientes. Pessoas com DA que são usuárias de tecnologias recebidas via concessão SUS recebem respaldo em fonoterapia no Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), pautado na formação em saúde com integração de ensino, pesquisa e extensão-assistência<sup>62</sup>. Justamente com o serviço, ações de Projeto de extensão alinhado ao Programa, articula pesquisa e contexto atual brasileiro de políticas públicas da Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência - SUS a tomar como contexto a clínica fonoaudiológica que atende todos os ciclos de vida de pessoas com DA usuárias de tecnologias auditivas.

O entendimento do perfil de qualidade vocal indissociável à percepção auditiva tem respaldado a investigação clínica sobre pacientes com DA desde a ocasião da chegada do usuário para avaliação inicial de candidatura ao processo de uso de tecnologias - próteses e/ou auxiliares da audição, por exemplo: aparelho de amplificação sonora individual (AASI), IC(s), Próteses auditivas ancoradas no osso (PAAO) e/ou Microfones Remotos (MR), como o recurso Sistema de Frequência Modulada (Sistema FM).

<sup>2</sup> Conforme DeCS/MeSH (Descritores em Ciências da Saúde/Medical Subject Headings da U.S. National Library of Medicine (NLM) da BIREME/OPAS/OMS- Biblioteca Virtual em Saúde (BVS)/Organização Pan-Americana em saúde e Organização Mundial da Saúde) o descritor Acústica da Fala (Portugês), Speech Acoustics (Inglês), Acústica del Lenguaje (Espanhol), Acoustique de la voix (Francês) é definido como Aspectos acústicos da fala [expressos] em termos de frequência, de intensidade e de tempo (Identificador DeCS: 13444). O vocabulário estruturado e multilíngue DeCS congrega linguagem única na indexação de artigos de revistas científicas, livros, anais de congressos, relatórios técnicos, e outros tipos de materiais, em prol de pesquisa e recuperação de assuntos da literatura científica nas diversas fontes de informação disponíveis (como LILACS, MEDLINE e outras)

Tem alicerce ao advento da identificação da DA o quanto antes e, ainda, considera o aperfeiçoamento constante das tecnologias que permitem a precisão diagnóstica audiológica e adaptação assertiva de tecnologias assistivas de acesso aos sons de fala concatenado às refinadas estratégias de fonoterapia nesta população 16,22,30,63-65.

Metodologicamente, o modelo fonético também tem permitido à equipe registrar a evolução da pessoa com deficiência (PcD) a detalhar e verificar influências que dêem respaldo na (e para) estratégias de fonoterapia quanto à reabilitação auditiva. Instaura, ainda, clinicamente, em impactos metodológicos de estratégias de programação dos dispositivos auditivos para além de fonoterapia.

Assim sendo, o aperfeiçoamento e notoriedade em tecnologias de precisão do diagnóstico e algoritmos dos dispositivos auditivos (audibilidade consistente e suficiente para o sinal de fala) têm revelado a demanda por evidências sobre os desfechos clínicos, aqui especialmente em crianças e adolescentes com DA. Para além das sofisticadas habilidades de acessos aos sons de fala, engloba questões acerca de bom desempenho ao desenvolvimento de habilidades complexas, dependentes de experiências e maturação do sistema nervoso central.

As evidências de desenvolvimento integrado de habilidades auditivas e de produção de fala revelam-se nas possibilidades de análises de fenômenos de curto e de longo termo, influenciados por condições sócio-históricas (momento do diagnóstico, tempo de experiência com diversificadas tecnologias - avanço de tecnologias nos últimos 20 anos), fisiológicas (etiologia da DA, maturidade de desenvolvimento cognitivo, global, dentre outros) e, por condições audiológicas e/ou, ainda, por possibilidades oferecidas pelas estratégias de fonoterapia. Instrumentos utilizados na prática clínica audiológica tem permitido a avaliação das habilidades de atenção, detecção, discriminação, reconhecimento e compreensão do sinal acústico em naturezas fonético-fonológicas da língua<sup>65</sup> e ainda outras habilidades auditivas de processamento auditivo central (com condições de percepção de fala em ruído, por exemplo) e em contexto temporal de, por exemplo, permitir melhores condições de apreciação musical e a definir alicerces aos alvos acústico-articulatórios da produção de fala<sup>30-31</sup>.

A análise descritiva perceptivoauditiva integrada aos procedimentos de extração de medidas acústicas, por meio de *scripts*, têm permitido entendimento da fala em produção espontânea, ou em condição de leitura, canto - modalidade na qual idosos ficam fortemente engajados e interessados, com impactos sociais e expressivos<sup>66-67</sup>.

## Qualidade Vocal e Dinâmica Vocal: evidências para decisões clínicas diante do idoso candidato ao uso do IC (da avaliação ao acompanhamento em reabilitação).

Com base no fluxo de ações de ensino, pesquisa e extensão do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, engajados em políticas indutoras e atreladas ao Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro, especialmente concernente ao fluxo da Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência - RCPD/SUS - do ponto de atenção Núcleo da Audição-Hospital Universitário Cassiano Antônio Moraes/HUCAM-Departamento de Fonoaudiologia-Centro de Ciências da Saúde-CCS e Clínica Escola Interprofissional em Saúde-CCS-UFES, Laboratório de Voz do Espírito Santo - VozES, e alinhado com o GeFALA, nas linhas de pesquisa Linguagem e Tecnologia e Linguagem e Patologias da Linguagem do Programa de Pós Graduação em LAEL da PUC-SP, debruçam-se estudos sobre dimensões de percepção e de produção de fala em diferentes ciclos de vida. No particular contexto da reabilitação fonoaudiológica das pessoas com DA do ciclo de vida idoso os grupos estão engajados em contínuos processos de elaboração de Planos Terapêuticos Individuais a partir da evolução de avaliações. As famílias desses pacientes também respondem parte dos instrumentos que contemplam questionários, além das tarefas a serem aplicadas durante a fonoterapia e portanto, estratégias para receber acusticamente a melhor qualidade sonora é coordenado conforme demandas de comunicação e hábitos sociais.

As características da produção de fala nestes usuários, inerentes ao processo do envelhecimento fisiológico, podem ser confundidas com condições de alteração ou doença. Exemplificadamente, características de irregularidades laríngeas podem não ser consideradas patológicas e ainda, podem ser descritas conforme multiplicidade de combinações de características que compõem o aparelho fonador de um indivíduo que continuamente poderá ser reabilitado, aperfeiçoado.

É inegável, conforme exposto na literatura, que características de presbifonia oportunizam sintomas e sinais como: fadiga vocal, diminuição dos tempo máximos de fonação e incoordenação pneumofonoarticulatória, alteração da FO, irregularidade laríngea, diminuição da Intensidade (extensão e variabilidade), diminuição de taxa de elocução <sup>12,53-55,64,66-71</sup>.

Retomando as bases fisiológicas da produção de fala, com base no conceito de câmaras iniciadoras da corrente de ar, o processo tem início pela câmara de corrente de ar egressiva impulsionada pelos pulmões, passando pela laringe e que segue avante e múltiplas modificações decorrentes de ação de articuladores e de cavidades de ressonância pelo trato vocal.

Nesse sentido, no ciclo de vida do idoso tais mecanismos adaptam-se progressivamente às mudanças anatomofisiológicas como a diminuição da elasticidade pulmonar, da capacidade pulmonar vital, aumento do volume residual e diminuição dos volumes de reserva inspiratório e expiratório, estreitamente relacionados aos fatores socioambientais como: doenças pulmonares obstrutivas, como a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) (um grande flagelo nos idosos, principalmente, nos fumadores de longa data), as doenças pulmonares restritivas, por alterações ósseas e fraqueza muscular (cifose, diminuição da mobilidade das articulações da caixa torácica)<sup>68</sup>, quadro de síndrome respiratória pela covid-19, por exemplo, que influenciam a pressão subglótica. Como consequências acústicas, descrevem-se diminuição da amplitude de frequências, extensão vocal, "jitter" ou "pitch perturbation" (variações ciclo-a-ciclo ou micro variações da frequência); "shimmer" ou "amplitude perturbation" (variação ciclo-a-ciclo ou micro variações da amplitude).

No plano laríngeo, são comumente descritas características deste ciclo de vida como ajustes de qualidade vocal de escape de ar com a voz modal (ou ajuste composto de voz soprosa), que é relacionada com a diminuição da capacidade de adução das pregas vocais, em relação ao ajuste laríngeo. Também há referências sobre alteração da dimensão do ruído, expressa numa das medidas conhecida como "Harmonics-to-Noise Ratio" (relacionada com a irregularidade de vibração das pregas vocais), e considera-se o controle neurológico de coordenação entre os movimentos respiratórios e controles laríngeos relacionados, diferenças em tensão muscular geral e em trato vocal,. A essas restrições, soma-se o impacto em ressonância decorrente de alterações de estruturas como perda de dentição e que também pode ser resultante atrofia maxilar ou outras condições como as de obstrução nasal, diminuição das secreções salivares (mais escassas e espessas, com menor lubrificação resultante, a qual tende a prevenir lesões) devido mudanças no funcionamento das glândulas <sup>69-70</sup>.

Ainda em contextualização da "presbifonia" relacionada aos ajustes de qualidade vocal supralaríngeos, laríngeos, de tensão muscular geral e elementos de dinâmica vocal, ressalta-se que a senescência envolve novas condições anátomo-fisiológicas a serem entendidas conforme múltiplos fatores intervenientes ambientais sociais e de funcionalidade do indivíduo. O trato vocal supralaríngeo torna-se mais longo, com a laringe em posição mais abaixada no pescoço (ptose laríngea). Há diminuição da vascularização e da inervação. Estrutura de cartilagens podem ser alteradas no processos de calcificação, tendões podem degenerar, o que impacta na mobilidade das articulações, os tecidos podem sofrer diversos graus de atrofia. Como consequências acústicas destacam-se mudanças na Frequência Fundamental (FO) da voz: homens a tornam mais grave (diminuição da FO), atingindo a frequência mínima por volta dos 50 anos, (aproximadamente 140 Hz) e de modo conseguinte, nos tempos adiantes, a FO aumenta - agudiza. No caso de mulheres, a frequência fundamental diminui de forma linear — de aproximadamente 220 Hz na juventude chegando em 170Hz em ciclo de vida senil- ainda, efeitos hormonais de menopausa, por exemplo: pregas vocais mais tensas e edemaciadas, o que contribui para diminuir a frequência fundamental. 12,43,53,64,66,68,69 Diante de tais características, compreendemos ainda que em idosos, a ptose de língua, decorrente da diminuição moderada do pico pressórico da língua com o decréscimo da tensão da língua, associa-se à referida ptose laríngea. Em contrapartida, os valores de pico pressórico da língua foram maiores nos idosos que utilizam próteses dentárias, quando comparados aos que não fazem uso<sup>70</sup>. Na laringe, podem ainda ocorrer alterações musculares (grupos extrínseco e intrínseco), de esqueleto cartilaginoso e de estrutura de pregas vocais.

A atrofia dos músculos intrínsecos laríngeos resulta, igualmente, em mudanças nas características anátomo fisiológicas de pregas vocais, que então se caracterizam por apresentarem bordas livres côncavas e abauladas. Tais características também decorrem de outras mudanças estruturais das pregas vocais, desde o epitélio até a lâmina própria, em sua configuração trilaminar (camadas superficial, média e profunda), resultando, em seu conjunto, em pregas vocais em menor elasticidade e com diferenças no cumprimento dos ciclos de vibração, afetando a periodicidade, simetria e amplitude da onda muco ondulatória. As variadas alterações estruturais podem também afetar a adução das pregas vocais, resultando em fenda glótica, com possibilidades de ligeira medialização compensatória e edema.

No conjunto das manifestações decorrentes do avançar da idade, ressaltam-se, ainda, aos efeitos de uso de medicamentos, comumente adotados neste ciclo de vida, que podem acentuar algumas das limitações anteriormente mencionadas. No plano laríngeo, por exemplo, uso de antí-histamínicos, antihipertensores, corticosteróides inalatórios que pode alterar tanto o padrão de adução, quanto de vibração glótica. Outros fatores interferentes na saúde do trato vocal referem-se aos hábitos alimentares, ou novos hábitos decorrentes de novas possibilidades de conjuntura de arcada dentária, articulação temporomandibular, ou novas condições de rotina que abarcam respiração, deglutição e fonação e que podem gerar ou intensificar lesões por lesões, provocarem possibilidades de condições adversas como a de refluxo gastroesofágico. Algumas das comorbidades mais comuns referem-se a: patologias sistêmicas endocrinológicas (hiper e hipotiroidismo), metabólicas, autoimunes, neurológicas (como doenças neurodegenerativas, Doença de *Parkinson*, acidente vascular cerebral, tremor, distonias e outras).

Hábitos como o do tabagismo e alcoolismo, além de outros elementos a este ponto, destaca-se que a complexa conjuntura clínica do idoso pode interferir no processo de produção da fala, assim como em outros ciclos de vida. Em todo e qualquer entendimento sobre as possibilidades de enfoque clínico da interface entre a produção de fala e a percepção auditiva cumpre alinhar tais possibilidades aos ciclos de vida e processos de cuidado/saúde/doença.

## Ciências fonéticas e suas contribuições à avaliação, acompanhamento, e definição de balizadores do treinamento auditivo do idoso usuário de IC

Conforme perfil de qualidade e dinâmica vocal singularmente identificado e analisado em base fonética, é possível delinear estratégias singulares e condizentes com o objetivo a ser alcançado na integração entre percepção e produção de fala, considerando a plasticidade do aparelho fonador. Ainda que notadamente sejam identificadas fragilidades, pode-se entender como o idoso com DA se organiza para aquele particular perfil de qualidade vocal, oferecendo *feedback* acústico articulatório, alvo acústico articulatório e treinamento auditivo.

Ao processo de reabilitação auditiva, somam-se demandas por condições ambientais de acústica e psicoacústica que se traduzam em estratégias que promovam melhorias ao cotidiano. Quanto à organização oportuna do ambiente acústico em que o idoso convive destacam-se: preceitos da acústica e psicoacústica em condições ambientais de acesso auditivo (roteiro de avaliação para ambiente mobiliário, acústico e manejo sobre condições de percepção auditiva em diversificadas situações de recepção de sons de fala e interlocução nas quais o ambiente acústico possa ser desfavorável devido ruído competitivo e excessivo, como distância da fonte sonora principal, como por exemplo: direcionalidade do microfone à recepção dos sons pelo dispositivo, reverberação acústica, competição de fontes sonoras em ocasiões de diversos falantes falando

ao mesmo tempo, posicionamento da melhor orelha mais próxima/direcionada ao interlocutor, em ambiente com escassa iluminação ou iluminação excessiva à condição de percepção de fala em contexto bimodal (uso de AASI e de IC) de percepção auditiva e pontualmente também habilidade de percepção visual de fala, até mesmo conforme influência no contexto de interlocução que podem afetar mais fortemente o idoso devido, por exemplo, ventilação pobre, poeira, temperatura e/ou demais distratores visuais ou auditivos, que cognitivamente impactam a situação discursiva.

Como variáveis impactantes ao ensejo de reabilitação<sup>71</sup>, estratégias que propiciem o empenho cognitivo comportamental, como a de predisposição ao processo de atenção à escuta, o manuseio e uso adequado e sistematizado do dispositivo auditivo, a autopercepção e a personalização dos recursos para ocasiões em que cognitivamente o idoso possa oscilar em sua rotina diária (cansado, ansioso, nervoso, desmotivado, deprimido) na interação discursiva podem colaborar no entendimento dos impactos na produção da fala.

O manejo da reabilitação envolve o trabalho com desempenho em Leitura de Fala<sup>72</sup>, e outros fatores impactantes, os comportamentais, congregam posicionar-se de modo a não informar ao interlocutor que não está compreendendo a mensagem ou explicar sobre sua DA, não fingir que entendeu no momento do diálogo com interlocutor, se estiver cansado pedir para conversar sobre assuntos densos mais tarde, não interromper a conversação, tentar entender elementos fundamentais da sentença, palavras-chaves, não ter vergonha de pedir alguém que repita o que disse, pedir para falar mais claramente (e não mais forte somente), insistir para comunicar-se mais e não desistir, pois comumente o idoso desiste de engajar-se no diálogo conforme sente dificuldades de acesso auditivo<sup>71,73</sup>.

Por isso, estratégias comportamentais de orientação e aconselhamento sobre habilidades auditivas têm sido referenciadas<sup>71,74</sup> e indissociavelmente impactam a produção de fala desta população, tais como: manejos em torno de elementos sociais que repercutem na garantia de atenção do interlocutor e que incluem percepção e produção da prosódia, como falar muito rápido, falar muito fraco ou muito forte, omitir ou articular mal, estar mascando ao falar, diminuir a intensidade da voz no final das sentenças, estar distante do interlocutor, esconder o próprio rosto com as mãos e ou conforme postura, falar de outro ambiente, estar irritado ou nervoso, virar o rosto enquanto falar, usar palavras não familiares, não fazer uso de gestos enquanto comunica-se e apresentar voz monótona ou agudizada<sup>68-71,73</sup>.

Sabe que a avaliação comportamental diária da percepção auditiva utilizando os 6 Sons de Ling, que representam as principais faixas espectrais dos sons de fala, sendo eles /a/, /i/, /u/, /m/, /s/ e /ʃ/<sup>75-76</sup>, permite garantias de habilidades auditivas e verificação sobre o acesso aos sons e principais faixas espectrais a partir do dispositivo auditivo do indivíduo com DA. Os Sons de fala são representados pelos 6 Sons que permitem, por meio da prova, rastrearmos os sons de fala conforme espectro entre 250 e 8000 Hz em diferentes intensidades (fraca, média e forte) e ou em diferentes distâncias do interlocutor (no caso fonte sonora). Para além da percepção de detecção, discriminação e reconhecimento auditivos de sons segmentares, tarefas para Treinamento Auditivo têm sido desenvolvidas e aplicadas ao aprimoramento dos processos auditivos e têm sido associadas para estimulação de competências cognitivas, como memória e atenção. A abordagem auditivo-cognitiva integrada trabalha as habilidades auditivas e cognitivas por meio de atividades em que estímulos (palavras, não palavras, textos ou até estímulos musicais) são apresentados simultaneamente a um ruído de fundo, e em organização dos estímulos conforme diversificados graus de dificuldade<sup>76-81, 83-86</sup>.

Idosos com DA têm cada vez mais interesse em percepção de música, em conectarem-se a dispositivos como computadores, televisores, *tablets* e outros recursos tecnológicos para lazer e *hobbies*. Estratégias com utilização de técnicas que focam em destaques acústicos, em oferta de estímulos de fala alinhados às habilidades de percepção auditiva em conjunto aberto, intermediário e fechado, fazem com que o grau de dificuldade das tarefas de reabilitação auditiva seja modificado a cada construção de habilidades auditivas. Tais destaques acústicos também são utilizados em ocasiões de trabalhos com fala espontânea ou de repetição imediata ao modelo oferecido e ainda, em ajustes na produção de fala por autopercepção e imitação.

Na estratégia de sanduíche auditivo, as informações são apresentadas por meio da audição, antes da introdução de informações visuais ou de apoio a um idoso.

A relação entre audição e produção de fala pode ser trabalhada em estratégias nas quais o reconhecimento auditivo de sentenças lidas por outro interlocutor, no caso o fonoaudiólogo, com ou sem uso de destaques acústicos, propicia o *Speech Tracking* ou Rastreamento de fala<sup>77-79</sup>. Nesta referida estratégia, é possível observar os ajustes na produção de fala do idoso, a partir de alvo acústico articulatório de repetição imediata ao modelo oferecido auditivamente, diferente da situação da qualidade vocal em contexto de fala espontânea ou por meio de leitura. A aplicabilidade desta técnica em treinamento auditivo, vinculada à análise da produção de fala a partir do modelo fonético, possibilita vinculação de técnicas assertivas ao estabelecimento de manobras terapêuticas. Integrar oportunidades da percepção auditiva do estímulo verbal oral de produção de fala, conforme alvos acústico articulatórios oportunizados em trechos específicos (nos quais houve dificuldade de percepção auditiva ou da produção de fala do paciente), pode, de modo conseguinte, resultar em confluências entre habilidades auditivas e de produção de fala.

Ainda, em condutas fonoaudiológicas pode ser condizente, em situações específicas, a integração de competências comunicativas do idoso com DA em condição bimodal (audição e visão). Nesse caso, devemos estar atentos à sincronização da cena para que, então, alcance oferecer ao paciente a combinação das duas modalidades de percepção (bimodal, por meio de leitura da fala junto com a informação acústica). Assim, inaugura-se a cena com a oferta da informação auditiva, combinada em modo consecutivo juntamente com a informação visual e, por fim, é ofertada ao paciente a recepção puramente auditiva no fechamento da técnica.

Assim sendo, sabe-se que comumente as estratégias fonoaudiológicas com idosos com DA e usuários de IC demandam da sincronização e organização de oferta de percepção puramente auditiva a partir de manejos com a integração da informação visual de percepção de fala em situações comunicativas do dia a dia. No Treinamento da Leitura da fala<sup>72</sup> é possível alinharmos as habilidades puramente auditivas ao treinamento em condição bimodal (visão e audição). É, nesse contexto de técnica, oportuno oferecer pistas integradas sobre propriocepção e torna-se desafiador explorar efeitos como a ilusão de *McGurk*, fenômeno de percepção conflitante entre a audição e visão, quando se considera a rota de fechamentos auditivos no processamento auditivo central, sobretudo em quadros de surdez pós lingual ou em deficiência auditiva progressiva.

A estratégia de bombardeamento auditivo oferece inúmeras oportunidades para o indivíduo ouvir sons determinados como alvo<sup>73-80</sup> - tal oportunidade propícia ao paciente a exposição a uma lista de palavras ou frases contendo os sons-alvo a serem trabalhados, em diferentes posições e releva-se a oferta auditiva e a condição de produção do paciente diante da alça de *feedback* acústico articulatória. A esta condição, integrar a percepção de propriedades acústicas segmentares permite novos espaços de integração da audição à cognição (memória e atenção): cantar, gargalhar ou outras situações que oferecem vivências em propriedades que remetem à organização hierárquica das unidades sonoras como por exemplo a sílaba, acento, ritmo, entonação, dentre outros.

Tais propriedades prosódicas trazem indícios sobre distintas funções linguísticas da variabilidade e extensão de entonação, para diferenciar tipos de declaração (afirmativas, negativas), interrogação (parcial e total) e de expressão de ordens (imperativas) até na complexidade de conjuntura metafórica, metonímica, pragmática e aptidões fonológicas. As estratégias com foco no desempenho de funções linguísticas podem auxiliar o processamento e agrupamento de informações (segmentação de constituintes no enunciado). Aquelas focadas nas funções paralinguísticas, de expressão de atitudes (surpresa, dúvida, certeza) e emoções (raiva alegria, etc.) podem abarcar o uso de recursos de variação velocidade da fala, considerando-se as particularidades da taxa de elocução (contendo as pausas) ou em taxa de articulação<sup>54</sup>.

A reabilitação fonoaudiológica nas sessões iniciais pós realização da cirurgia de IC e ativação do funcionamento do dispositivo considera dados audiológicos do idoso com DA e características de produção de fala. Inaugura com orientações/esclarecimentos de dúvidas ao idoso e acompanhante sobre o manuseio do

dispositivo, cuidados e limpeza do IC, sobre detalhamentos de informações contidas no Manual do dispositivo, fortemente divulgadas e acessíveis em tecnologias de informação e comunicação como *Canal Youtube* do fabricante (legendadas). Ao processo de inclusão, integração da audição ao contexto funcional do idoso com DA, Estratégias de/para comunicação de modo geral, a abarcar manejos na acústica do ambiente são fortemente organizadas com o paciente e ambientes em que convive (educacional, laboral, de lazer ou outros) em prol de acessibilidade e autoadvocacia<sup>82</sup>.

A aplicação de questionários que contemplem conjunturas biopsicossociais, por meio de autopercepção ou pela percepção de quem convive com o paciente são conduzidos (exemplificadamente o Questionário *Nijmegem de Implantes Cocleares (NCIQ-P)*; ou a utilização da Ferramenta "Minha vez de falar" ou Ferramenta "Viver bem com o IC" – disponíveis, dentre outras, no site do *IDA Institute* e/ou outras, é relevante para traçar o planejamento e diagnóstico situacional da rotina comunicativa do paciente que passou a usufruir de nova tecnologia auditiva.

Crescentemente, o Treinamento Auditivo computadorizado tem sido ferramenta utilizada a esta população: inicia-se com tarefas com habilidades auditivas que envolvam hierarquicamente as etapas a serem desenvolvidas na percepção auditiva, sendo as inaugurais: detecção e discriminação auditiva. As tarefas requerem a utilização de materiais selecionados conforme repertório fonético fonológico em que o fonoaudiólogo pré-determina notadamente atividades que envolvam temáticas de interesse em alicerce às competências cognitivas e que são aplicadas como meio de construção da integração da audição em funcionalidades.

O Caderno de Percepção de fala da FOB USP Bauru<sup>84</sup> ou Séries de atividades como as séries de atividades do Manual Papaterra<sup>85</sup> ou então série de tarefas disponibilizadas em meios digitais como o Sistema de Treinamento das Habilidades Auditivo (disponível em livre acesso por meio de sites ou aplicativos, como por exemplo SisTHA- UNIFESP)<sup>86</sup> têm oferecido espaço fértil para as tarefas de treinamento de memória auditiva para os sons de objetos da casa e sons de pessoas e treinamento de sequência auditiva – frequência e duração<sup>87</sup> Seguindo a hierarquia de treinamento de habilidades auditivas para reconhecimento, sessões com treinos visando o reconhecimento do próprio nome e nome dos familiares, Treino visando o reconhecimento de vocábulos isolados familiares e vocábulos aleatórios; Treino visando o reconhecimento de frases ligadas ao cotidiano e de frases aleatórias, em oferta de *close set* e *open set* são aplicadas e relacionadas ao processo do paciente experimentar os ajustes segmentais e prosódicos a partir de diferentes condições de produção de fala (seja pela leitura, pela fala espontânea e/ou pelo *feedback* acústico articulatório após repetição imediata ao modelo oferecido pelo fonoaudiólogo. Às habilidades auditivas e de cognição, tarefas para a compreensão auditiva com treino por meio de oferta de frases do cotidiano, expressões idiomáticas, na presença de ruído (para trabalho articulado com habilidades de processamento auditivo central) são aplicadas.

Sobre metodologias fonéticas, sobretudo nessa perspectiva de entendimento heurístico sobre a plasticidade do aparelho fonador de idosos com DA usuários de IC, as sentenças do material instrutivo para aplicação do roteiro VPAS-PB<sup>15</sup> oferecem repertório enriquecido de possibilidades de percepção e observação, por parte do paciente, acerca de características e propriedades acústicas conforme o contexto fonético alavanca, disponibiliza e provoca rotas de construções acerca de percepção e produção entre segmento e prosódia.

Estratégias para treino auditivo musical visando a identificação de características musicais como escala, contornos melódicos intervalo, ritmo, métrica, em alicerce ao desenvolvimento da habilidade auditiva de percepção de figura fundo (paciente identifica a música principal na presença de som competitivo, por exemplo), treino visando a compreensão de partes da letra de músicas não familiares; Treino visando a habilidade de memória auditiva para os sons de instrumentos musicais, são congregados às possibilidades do paciente experimentar tais ajustes em condição de fala cantada. Participação em corais, escutar a própria fala a partir de gravação tornam-se estratégias eliciadoras de condições de alvos acústicos articulatórios e propriocepção (habilidades auditivas: compreensão de voz gravada, com frases do cotidiano e frases aleatórias (ofertadas em *close set* e *open set*). Correlacionado às tarefas de treinamento auditivo - idosos principalmente têm demandado interesse em escutarem músicas e cantarem <sup>88-89.</sup>

O treino visando a compreensão da fala por meio da ferramenta de áudio do *WhatsApp* para frases aleatórias (*close set e open set*), ou exemplificadamente escuta de informações de ligação de 0800, uso do telefone e repercussões de ajustes de produção de fala para esta ocasião são trabalhos em reabilitação. Continuamente a avaliação por meio de aplicação de testes de percepção de fala (monossílabos, dissílabos, trissílabos e sentenças) e gravação da produção de fala do paciente influenciam a contínua elaboração de estratégias que aperfeiçoam a indissociabilidade entre percepção e produção de fala.

Assim, as ciências fonéticas têm permitido entendimentos em prol do manejo clínico e avanço do uso da tecnologia implante coclear (IC) na população idosa, com inovadora abordagem sobre os benefícios ao quadro audiológico e processos cognitivos, dentre outros biopsicossociais. Suas contribuições à avaliação, acompanhamento, e definição de balizadores do treinamento auditivo do idoso usuário de IC a partir de ajustes de qualidade vocal e elementos de dinâmica vocal desta população contempla fortemente o processo comunicativo, de integração social do indivíduo com sua audição e de entendimentos sobre percepção e produção de fala em cada indivíduo com DA.

#### **Considerações Finais**

A literatura comumente foca sobre evidências acerca de ganhos auditivos aos idosos que são submetidos ao IC, contudo, há escassez de referências para considerar que eles também serão oportunizados a usarem sua fala por meio de estratégias que contemplem os ajustes de longo termos adotados na cadência da emissão sonora , em diferentes modalidades (espontânea, lida e cantada) que oportunizam a comunicação com expressividade, impactando a qualidade de vida e o contexto biopsicossocial da pessoa idosa com DA usuária de tecnologia avançada, o IC. Ao romper com a atuação focada essencialmente nos desvios/alterações, o fonoaudiólogo que amplia o enfoque clínico para o entendimento indissociável entre percepção e produção rompe com rotulação de alteração a esta população que, cada vez mais, está tecnologicamente equipada e que demanda procedimentos e condutas que sigam este entendimento de saúde e de reabilitação. Tal respaldo parece possível, inclusive, a partir da adoção de modelos foneticamente motivados para a rotina de avaliação e de acompanhamento /aconselhamento clínico.

Em todos os momentos e pontos de atenção e cuidado da RCPD-SUS, a reabilitação da pessoa com DA com indicadores e balizadores de modelo fonético permite elaboração de estratégias com perspectiva de saúde funcional, em condição da audição estar colocada como possibilidade de estímulo da plasticidade do aparelho fonador. Ferramentas como o VPAS-PB impactam na avaliação do paciente idoso com DA e regem o perfil de percepção auditiva e de produção de fala pré cirurgia, durante as sessões e pós cirurgia de IC.

Os princípios que norteiam a relação entre os ajustes de longo termo e de curto termo na produção de fala, entendidos sob perspectiva de princípios como susceptibilidade dos segmentos aos ajustes de qualidade vocal, e de interdependência e compatibilidade entre os ajustes de qualidade vocal, ensejam a abordagem de correspondências entre a relação entre ajustes e segmentos, definindo que as consoantes e vogais são vulneráveis aos ajustes, de entendimentos sobre os quais as relações entre segmentos fônicos são mais suscetíveis à influência de ajustes com os quais não compartilha características articulatórias, acústicas e/ou auditivas em prol de estratégias de fonoterapia assertivas e que oferecem reconstruções de caminhos entre audição e fala.

Cada ajuste representa um papel sistêmico, inferencial e componencial na produção final do falante, sendo que há determinadas escolhas comportam-se de maneira competitiva, em que a emissão de determinados ajustes inviabiliza a execução de outros determinados ajustes, denominados como princípio de compatibilidade. Tais princípios, da compatibilidade e interdependência, têm relação direta com a plasticidade do trato vocal.

Estratégias fonoaudiológicas que articulam metodologicamente a audição e a fala, sensibilizam acessibilidade, inclusão e decisões clínicas sobre propriedades que congregam variações, mudanças, gra-

dientes concernentes das características próprias deste ciclo de vida, para além do foco nas condições de alterações. Assim, caminha-se na possibilidade de desfechos e novas perspectivas em desenvolvimento de produção de fala: o de expressividade, de prevenção de riscos, de promoção de saúde e, sobretudo, de balizadores ao aperfeiçoamento de habilidades auditivas.

#### Referências bibliográficas

- <sup>1</sup> BRASIL. Lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência. 2015;
- <sup>2</sup> BRASIL. Política nacional do idoso (PNI), Lei nº8. 842, de 4 de janeiro de 1994, e o estatuto do Idoso -Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003, Política Nacional do Idoso Português (Brasil) (www.gov.br) https://www.gov.br/mdh/pt-br/navegue-por-temas/pessoa-idosa/acoes-e-programas-de-gestoes-anteriores/politica-nacional-do-idoso
- <sup>3</sup> IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet] Brasília (DF); Disponível em http://www.ibge.gov.br
- <sup>4</sup> Hearing Loss Association of America. Disponível em: Homepage Hearing Loss Association of America, 2022.
- <sup>5</sup> Sociedade Brasileira de Gerontecnologia, 2022 SBGtec https://sbgtec.org.br/
- <sup>6</sup>Academia Brasileira de Audiologia (ABA). Disponível em: http://www.audiologiabrasil.org.br/portal2018/. 2022.
- <sup>7</sup>Organização Mundial da Saúde. Relatório Mundial sobre Audição. https://www.paho.org/pt/eventos/lancamento-regional-do-relatorio-mundial-sobre-audicao.
- 8 AG Bell. Disponível em: Home (ag bell.org). 2022.
- <sup>9</sup> Lally JW, Adams JK, Wilkerson BJ. The use of cochlear implantation in the elderly. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2019 Oct;27(5):387-391. doi: 10.1097/MOO.000000000000569. PMID: 31460986.
- <sup>10</sup> Cruz, M S et al. Deficiência auditiva referida por idosos no Município de São Paulo, Brasil: prevalência e fatores associados (Estudo SABE, 2006). Cadernos de Saúde Pública [online]. 2012, v. 28, n. 8, pp. 1479-1492. Disponível em: <a href="https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012000800007">https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012000800007</a>>. Epub 10 Ago 2012. ISSN 1678-4464.
- <sup>11</sup> American Speech Hearing Language Association (ASHA). Disponível em: https://www.asha.org/, 2022.
- <sup>12</sup> Kayoko S; De Longhi, C; Nogueira, C; Gregio, F; Camargo, Z. Qualidade vocal na terceira idade: parâmetros acústicos de longo termo de vozes masculinas e femininas. Revista CEFAC[em linea], vol. 7, núm. 2, abril-junho, 2005, pp. 267-279 Instituto Cefac São Paulo. Brasil
- <sup>13</sup> Oyanguren V., Gomes M.V.G., Tsuji R.K., Bento R.F., Neto R.B. Auditory results from cochlear implants in elderly people. Braz J Otorhinolaryngol. 2010;76(4):450-3. Pages 692-699, ISSN 0892-1997, https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.07.001.
- <sup>14</sup> Cukier S; Camargo Z. Abordagem da qualidade vocal em um falante com deficiência auditiva: aspectos acústicos relevantes do sinal de fala. Revista CEFAC, v.7, n.1, p.93-101, 2005.
- <sup>15</sup> Camargo, Z.; Madureira, S. Dimensões perceptivas das alterações de qualidade vocal e suas correlações aos planos da acústica e da fisiologia. DELTA, v.25, p. 285-317, 2009.
- <sup>16</sup> Mendes BCA, Barzaghi L. Percepção e produção da fala e deficiência auditiva. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ANMB, Frota S (Org). Tratado de Audiologia. São Paulo: Santos, 2012. p. 653.
- <sup>17</sup> Gregio, F N; Gama-Rossi, A; Madureira, S; Camargo, Z. Modelos teóricos de produção e percepção da fala como um sistema dinâmico.Rev. CEFAC; 8(2): 244-247, abr.-jun. 2006.
- 18 Camargo, Z. A abordagem fonética de dados clínicos. Journal of Speech Sciences, v.2 n.1, p.33-47, 2012.
- <sup>19</sup> Laver, J. The phonetic description of voice quality. Cambridge Studies in Linguistics London, v. 31, p. 1-186, 1980.
- <sup>20</sup> Medved DMS, Cavalheri LMDR, Coelho AC, Fernandes ACN, Silva EMD, Sampaio ALL. Systematic Review of Auditory Perceptual and Acoustic Characteristics of the Voice of Cochlear Implant Adult Users. J Voice. 2021 Nov;35(6):934.e7-934.e16. doi: 10.1016/j. jvoice.2020.02.023. Epub 2020 Apr 1. PMID: 32247544.
- <sup>21</sup> Sharma A, Nash AA, Dorman M. Cortical development, plasticity and re-organization in children with cochlear implants. J Commun Disord. 2009;42(4):272-9.
- <sup>22</sup> Bevilacqua MC, Melo TM, Morettin M, AC. A avaliação de serviços em audiologia: concepções e perspectivas. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2009;14(3):421
- <sup>23</sup> Brasil. Ministério da Saúde. Sistema Único de Saúde. Portaria nº 2.776, de 18 de dezembro de 2014.
- <sup>24</sup> Stevens KN. On the quantal nature of speech. J Phonetics. 1989; 17(1):3-45
- <sup>25</sup> Lindblom B. The status of phonetic gestures. In: Mattingly IG, Studdert-Kennedy M, editores. Modularity and the motor theory of speech perception: proceedings of a conference to honor Alvin M Liberman. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates; 1991. p. 7-24
- <sup>26</sup> Browman CP, Goldstein L. Articulatory phonology: an overview. Phonetica. 1992; 49(3-4):155-80.
- <sup>27</sup> Albano, E C. O gesto e suas bordas: esboço de fonologia acústico-articulatória. Campinas: Mercado de Letras; Associação de Leitura do Brasil; 2001

- <sup>28</sup> Pessoa-Almeida, AN; Pereira, LK. Chapter One: Assesment of speech therapy data. In: Courses on Speech Prosody (edited by Alexsandro Meirelles). Cambridge Scholars Publishing, 2015. ISBN (10: 1-4438-7600-3 / 13:978-1-4438-7600-1. 2015. p 01-12 (Disponível para comercialização em: http://www.cambridgescholars.com/courses-on-speech-prosody)
- <sup>29</sup> Mendes BCA. Estudo fonético acústico das vogais do português brasileiro: dados da produção e percepção de fala de um sujeito deficiente auditivo [doutorado]. São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2003
- <sup>30</sup> Pessoa-Almeida AN; Novaes BCA; Camargo ZA. Capítulo 4: dados perceptivo-auditivos e acústicos como indicadores prosódicos da fala em criança com deficiência auditiva. Fonética clínica: vinte anos de LIAAC / organizadora Zuleica Antonia de Camargo São Paulo:, 2016. Bibliografia. Ebook Vários colaboradores ISBN: 978.85.8298.026-2. Pulso Editorial.
- <sup>31</sup> Pessoa-Almeida AN; Meireles A; Madureira S; Camargo ZA. Prosodic analysis of the speech of a child with cochlear implant. Nick Campbell; Dafydd Gibbon; Daniel Hirst (eds). Trinity College Dublin, the University of Dublin, Ireland Universit at Bielefeld, Ed: GermanyCNRS & Universit e de Provence- France. Dublin, 2014. p.1115-1118 ISSN: 2333-2042.
- <sup>32</sup> Portaria nº 2.776, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2014 Ministério da Saúde Sistema Único de Saúde/SUS/Brasil e Critérios de indicação e contraindicação do implante COCLEAR-ABORL/CCF.
- 33 Pereira LD, Shochat E. Processamento Auditivo Central- manual de avaliação. São Paulo: Lovise; 1997. p. 99-102.
- <sup>34</sup> Pinheiro MMC, Pereira LD. Processamento auditivo em idosos: estudo da interação por meio de testes com estímulos verbais e não verbais. Rev Bras Otorrinolaringol. 2004; 70(2):209-14.
- <sup>35</sup> Claes A.J., Heyning, P.V., Gilles A., Rompaey V.V., Mertens G. Cognitive Performance of Severely Hearing-impaired Older Adults Before and After Cochlear Implantation: Preliminary Results of a Prospective, Longitudinal Cohort Study Using the RBANS-H. Otol Neurotol 39:e765–e773, 2018
- <sup>36</sup> Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident dementia. Arch Neurol. 2011;68(2):214-220.
- <sup>37</sup> Amieva H, Ouvrard C, Giulioli C, Meillon C, Rullier L, Dartigues Jf. Self-reported hearing loss, hearing aids, and cognitive decline in elderly adults: a 25-Year Study. J Am Geriatr Soc. 2015;63(10):2099-104. http://dx.doi.org/10.1111/jgs.13649 PMid:26480972.
- <sup>38</sup> Ray J, Popli G, Fell G. Association of cognition and age-related hearing impairment in the English longitudinal study of ageing. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg 2018; 144: 876–82.
- <sup>39</sup> Völter C, Götze L, Dazert S, Falkenstein M, Thomas JP. Can cochlear implantation improve neurocognition in the aging population? Clin Interv Aging. 2018 Apr 20;13:701-712. doi: 10.2147/CIA.S160517. PMID: 29719382; PMCID: PMC5916259.
- <sup>40</sup> Liu, CM; Lee, CTC. Association of Hearing Loss With Dementia. AMA Network Open. 2019;2(7):e198112. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.8112
- <sup>41</sup> Oiticica, J; Lezirovitz, K; Batissoco, A C. Etiologia da Deficiência Auditiva. In: Bento, Ricardo Ferreira; Lima Júnior, Luiz Rodolpho Penna; Tsuji, Robinson Koji; Goffi-Gomez, Maria Valéria Schmidt; Lima, Danielle do Vale Silva Penna; Brito, Rubens (eds). Tratado de Implante coclear e próteses auditivas implantáveis. Rio de Janeiro: Thieme, 2014. p.111-112.
- <sup>42</sup> Moret, A L M; Costa, O A. Conceituação e Indicação do Implante Coclear. In: Boéchat, EM; Menezes, PL; Couto, CM; Frizzo, ACF; Scharlach, RC; Anastasio, ART (Org.) Tratado De Audiologia. 2.Ed. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. Cap. 43, P.327-334.
- <sup>43</sup> Fatemeh A, Hassan K, Peyman Z, Ali D, Saeed H. A Cepstral Peak Prominence (CPP) Voice Analysis in Iranian Post-lingual Deaf Adult Cochlear Implant Users, Journal of Voice, 2021, ISSN 0892-1997, https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.10.021
- <sup>44</sup> Huarte A, Lezaun R, Manrique M. Quality of life outcomes for cochlear implantation in the elderly.Audiol Neurootol. 2014;19 Suppl 1:36-39. doi: 10.1159/000371608. Epub 2015 Feb 20. PMID: 25733365
- <sup>45</sup> Cysneiros HR, Leal MC, Lucena JA, Muniz LF. Relationship between auditory perception and vocal production in cochlear implantees: a systematic review. Codas. 2016 9-10;28(5):634-639. Portuguese, English. doi: 10.1590/2317-1782/20162015165. Epub 2016 Oct 24. PMID: 27849241.
- <sup>46</sup> Aimoni, C; Ciorba, A; Hatzopoulos, S; Ramacciotti, G; Mazzoli, M; Bianchini, C; Rosignoli, M; Skarzynski, H; Skarzynski, P H. Cochlear implants in subjects over age 65: quality of life and audiological outcomes. Medical Science Monitor, 2016
- <sup>47</sup> Hilly, O.; Hwang, E.; Smith, L.; Shipp, D.; Nedzelski, J. M.; Chen, J. M.; Lin, V. W. Y. Cochlear implantation in elderly patients: stability of outcome over time. The Journal of Laryngology & Otology, 2016.
- <sup>48</sup> Forli, F; Lazzerini, F.; Fortunato, S.; Bruschini, L.; Cochlear Implant in the Elderly: Results in Terms of Speech Perception and Quality of Life. Audiology & Neurotology. v. 24, 2019.
- <sup>49</sup> Helou, L; Novaes, B. Utilização de Matriz de confusão na indicação de aparelho de amplificação sonora individual. Distúrbios da Comunicação, São Paulo, 17(2): 203-213, agosto, 2005
- <sup>50</sup> Santos, NP; Couto, MIV e Martinho-Carvalho, AC. Nijmegen Cochlear Implantation Questionnaire (NCIQ): tradução, adaptação cultural e aplicação em adultos usuários de implante coclear. CoDAS [online]. 2017, v. 29, n. 6, e20170007. Disponível em: <a href="https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172017007">https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172017007</a>. Epub 18 Dez 2017. ISSN 2317-1782. https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172017007.
- <sup>51</sup> Pinto, M. D. B. Rastreamento de Fala: acompanhamento de adultos usuários de implante coclear multicanal. Dissertação de mestrado. São Paulo, Pontifícia Universidade Católica, 1999.
- <sup>52</sup> Coez, A; Zilbovicius, M; Ferrary, E; Bouccara, D; Mosnier, I; Ambert-Dahan, E; Kalamarides, ; Eric Bizaguet, Cox RM. The abbreviated

- profile of hearing aid benefit (APHAB) Administration and application. Phonak Focus [Internet]. 1996 [cited 2011 Dez 10]; (21). Available from: http://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/b2b/C\_M\_tools/Library/focus/en/028\_0599\_02\_focus\_21.pdf
- <sup>53</sup> Behlau, M; Feijó, D; Madazio, G et al. Voz: O livro do especialista Volume 1. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.
- <sup>54</sup> Kent, R; Read, C. The acoustic analysis of speech. California: Singular Publishing Group, Inc., 2002
- <sup>55</sup> Mackenzie-Beck J. Perceptual analysis of voice quality: the place of vocal profile analysis. In: Hardcastle WJ, Mackenzie-Beck J (orgs). A figure of speech: a festschrift for John Laver. Lawrence Erlbrum Associates: Mahwah; 2005. p. 285-322.
- <sup>56</sup> Silva, MFB et al. Vocal quality assessment: methodological approach for a perceptive data analysis. Revista CEFAC [online]. 2017, v. 19, n. 6, pp. 831-841. Available from: <a href="https://doi.org/10.1590/1982-021620171961417">https://doi.org/10.1590/1982-021620171961417</a> Epub Nov-Dec 2017. ISSN 1982-0216. https://doi.org/10.1590/1982-021620171961417
- <sup>57</sup> Enéas, E.L.S. Idosos usuários de implante coclear: dados perceptivo-auditivos de qualidade vocal e dinâmica vocal. Universidade Federal da Paraíba. Departamento De Ciências Humanas, Letras E Artes. Programa De Pós-Graduação Em Linguística, Dissertação de Mestrado. 2021.
- <sup>58</sup> Blaustein S, Bar A. Reliability of perceptual voice assessment. J Commun Disord. 1983;16(2):157-61
- <sup>59</sup> Jesus, TV, Almeida, ANP; Camargo, Z. 2021. Ultrassonografia aplicada à descrição de ajustes de qualidade vocal em adultos falantes do português brasileiro. *Revista CEFAC*, *23*(6), e4921. Epub 03 de dezembro de 2021.https://doi.org/10.1590/1982-0216/20212364921
- <sup>60</sup> Barbosa, P.A. Prosódia: uma entrevista com Plinio Barbosa. ReVEL, v.8, n.15, 2010.
- <sup>61</sup> Barbosa, P. A.; Madureira, S. Manual de fonética acústica experimental: aplicações a dados do português. Cortez Editora, 2015.
- <sup>62</sup> Attianezi; M; Nunes; JA; Guimarães, M; Dadalto, E; Albuquerque, G; Azevedo, EHM; Pessoa-Almeida; AN; Anhoque, CF. Fonoaudiologia da Universidade Federal do Espírito do Santo (UFES): transição pelo PET. In: Políticas Indutoras: [recurso eletrônico]: Formação Profissional em Fonoaudiologia. Organizadores Trenche et al. São José dos Campos: Pulso Editorial, 2020. ISBN: 978.85.8298.034-7.
- 63 Russo ICP, Behlau M. Percepção da fala: análise acústica do Português Brasileiro. São Paulo: Lovise; 1993. p. 57
- <sup>64</sup> Behlau, M. Presbifonia: envelhecimento vocal inerente à idade. In: RUSSO, Ieda Pacheco (Org). Intervenção Fonoaudiológica na Terceira Idade. 1ª reimpr. Rio de Janeiro: Livraria e Editora Revinter, 2004. p25-50.
- 65 Russo ICP, Behlau M. Percepção da fala: análise acústica do Português Brasileiro. São Paulo: Lovise; 1993. p. 57
- <sup>66</sup> Aquino, F. S.; Ferreira, L. P. Vocal parameters of elderly female choir singers. International Archives of Otorhinolaryngology, v. 20., n. 1., 2016.
- <sup>67</sup> Bottaro, MBS. Aula de canto e longevidade vocal.Trabalho de Conclusão de Curso Faculdade Santa Marcelina 2021
- <sup>68</sup> Gois, A. C. B.; Pernambuco, L. A.; Lima, K. C. Fatores associados a alterações vocais em idosos: uma revisão sistemática. Braz. J. Otorhinolaryngol., São Paulo, v. 84, n. 4, 2018.
- <sup>69</sup> Godoy, J.F et al. Método intensivo de terapia vocal para idosos. Audiology Communication Research v. 25, 2020.
- <sup>70</sup> Magalhães, H V et al. Caracterização da pressão da língua em idosos. Audiology Communication Research [online]. 2014, v. 19, n. 4, pp. 375-379. Disponível em: <a href="https://doi.org/10.1590/S2317-6431201400040001401">https://doi.org/10.1590/S2317-64312014000400001401</a>. ISSN 2317-6431.
- <sup>71</sup> Andrade, C. R. F.; Martins, V. O. Speech fluency variation in elderly. Pró-Fono Revista de Atualização Científica. v. 22., n. 1., 2010.
- <sup>72</sup> Chiari, BM; Soares, AD; Oliveira, LN. Plano Terapêutico Fonoaudiológico (PTF) para Estimulação da Leitura da Fala em Deficientes Auditivos (2015). In: Planos Terapêuticos Fonoaudiológicos (PTFs).
- <sup>73</sup> Cosetti MK, Pinkston JB, Flores JM, Friedmann DR, Jones CB, Roland JT Jr, Waltzman SB. Neurocognitive testing and cochlear implantation: insights into performance in older adults. Clin Interv Aging. 2016 May 12;11:603-13. doi: 10.2147/CIA.S100255. eCollection 2016. PMID: 27274210
- <sup>74</sup> Ubrig MT, Tsuji RK, Weber R, Menezes MHM, Barrichelo VMO, da Cunha MGB, Tsuji DH, Goffi-Gomez MVS. The Influence of Auditory Feedback and Vocal Rehabilitation on Prelingual Hearing-Impaired Individuals Post Cochlear Implant. J Voice. 2019 Nov;33(6):947.e1-947.e9. doi: 10.1016/j.jvoice.2018.07.004. Epub 2018 Aug 31. PMID: 30174224.
- <sup>75</sup> Ling, D. (1976). Speech and the hearing-impaired child: Theory and practice. Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf.
- <sup>76</sup> Ling, D. (1989). Foundations of spoken language for the hearing-impaired child. Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf.
- <sup>77</sup> Sousa, MGC; Russo, ICP. Audição e percepção da perda auditiva em idosos. Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia [online]. 2009, v. 14, n. 2, pp. 241-246. Disponível em: <a href="https://doi.org/10.1590/S1516-80342009000200016">https://doi.org/10.1590/S1516-80342009000200016</a>>. Epub 06 Jul 2009. ISSN 1982-0232. https://doi.org/10.1590/S1516-80342009000200016
- <sup>78</sup> Bevilacqua. M. C.; Piccino, M. T. R. F. E Pinto, M. D. B. (1999). Rastreamento de fala em indivíduos com audição normal. Pró-Fono Revista de Atualização Científica, v. 11, n. 1.
- <sup>79</sup> Russo IC. Intervenção audiológica no idoso. In: Ferreira LP. Tratado de fonoaudiologia. São Paulo: Roca; 2004. p.585-96.
- 80 Rocha, LV; Martinelli, MC. Cognição e benefício obtido com o uso de próteses auditivas: um estudo em idosos. CoDAS [online].

- 2020, v. 32, n. 2, e20180259. Disponível em: <a href="https://doi.org/10.1590/2317-1782/20192018259">https://doi.org/10.1590/2317-1782/20192018259</a>. Epub 03 Fev 2020. ISSN 2317-1782. https://doi.org/10.1590/2317-1782/20192018259.
- <sup>81</sup> Barbosa, P. A. Conhecendo melhor a prosódia: aspectos teóricos e metodológicos daquilo que molda nossa enunciação. Revista de Estudos da Linguagem, Belo Horizonte, v. 20, n. 1, p. 11-27, 2012
- 82 REMIC. [Internet]. Bauru: REMIC; 2020 [citado em 2020 Mar 10]. Disponível em: http://remic.fob.usp.br/
- 83 Filgueiras, R. Treinamento de habilidades auditivas. Aplicativo. Versão 5.0. Fonoaudióloga Thaís Zemlickas Silva. 2018.
- <sup>84</sup> Bevilacqua et al., 2013. Caderno de Percepção de Fala. No oprelo. Material didático pedagógico da Faculdade de Odontologia USP -Bauru.
- <sup>85</sup> Tang, L; Thompson, C B.; Clark, J H.; Ceh, K M.; Yeagle, J D.; Francis, H W. Rehabilitation and psychosocial determinants of cochlear implant outcomes in older adults. Ear & Hearing, 2017.
- 86 Sistha Sistema de | treinamento de Habilidades auditivas. Unifesp. /sistha.com.br
- <sup>87</sup> Di Nardo, W. D.; Anzivino, R.; Giannantonio, S.; Schinaia, L.; Paludetti, G. The effects of cochlear implantation on quality of life in the elderly. European Archives of Otorhinolaryngology, 2014.
- <sup>88</sup> Knopke, S; Grabel, S; Forster-Ruhrmann, U; Mazurek, B; Szczepek, A J.; Olze, H. Impact of cochlear implantation on quality of life and mental comorbidity in patients aged 80 years. The Laryngoscope, 2016
- <sup>89</sup> Mosnier, I; Vanier, A; Bonnard, D; Lina-Granade, G; Truy, E; Bordure, P; Godey, B; Marx, M; Lescanne, E; Venail, F; Poncet, C; Sterkers, O; Belmin, J. Long-term cognitive prognosis of profoundly deaf older adults after hearing rehabilitation using cochlear implants. The American Geriatrics Society, 2018 JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2015 May 1;141(5):442-50. doi: 10.1001/jamaoto.2015.129.PMID: 25763680
- <sup>90</sup> Livingston G, Sommerlad A, Orgeta V, Costafreda SG, Huntley J, Ames D, et al. Dementia prevention, intervention, and care. J Lancet. 2017;390(10113):2673-734. http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31363-6 PMid:28735855.
- <sup>91</sup> Olze, Heidi; Knopke, Steffen; Grabel, Stefan; Szczepek, Agnieszka J. Rapid positive influence of cochlear implantation on the quality of life in adults 70 years and older. Audiology & Neurotology, 2016.
- 92. Plank, C; Schneider, S, Eysholdt, U, et al. Voice and Health Related Quality of Life in the Elderly. Journal of Voice. 2011;25:265-268
- <sup>93</sup>. Ray J; Popli G; Fell G. Association of cognition and age-related hearing impairment in the English longitudinal study of ageing. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg 2018; 144: 876–82.
- <sup>94</sup>. Sonnet, MH; Montaut-Verient, B; Niemier, JY; Hoen, M; Ribeyre, L; Parietti-Winkler, C. Cognitive abilities and quality of life after cochlear implantation in the elderly. Otology & Neurotology, 2017.

### Capítulo 9

### Dados de ultrassonografia da produção das vogais orais do Português Brasileiro

Ms Maria Augusta Forte Svicero
Profa Dra Sandra Madureira
Profa Dra Zuleica Camargo

#### Resumo

Os estudos da Fonética Articulatória que utilizam técnicas de visualização permitem descrever mecanismos de produção dos sons da fala. A ultrassonografia (USG) propicia, de forma não invasiva, pistas articulatórias do comportamento das estruturas envolvidas na produção de fala. O objetivo deste trabalho foi apresentar dados preliminares da investigação das vogais orais do português brasileiro (PB), variante paulistana, por imagens de USG. Foi realizada a coleta de audio simultânea à gravação com o aparelho de USG de um sujeito do gênero masculino. Foi desenvolvido um suporte para a acoplagem do transdutor de USG e a sua fixação durante a produção de fala. A coleta consistiu na produção das sete vogais orais do PB inseridas em sentença-veículo com estrutura "Digo [pVpv] baixinho", em que V é a vogal oral produzida em posição tônica e v a vogal similar àquela indicada em V, porém em posição pós-tônica. As imagens de USG foram submetidas a duas abordagens de análise de dados: tratamento das imagens e geração de traçados manuais do contorno da língua, e extração de medidas de deslocamento da língua nos eixos vertical e horizontal. Os dados revelaram o contorno do dorso da língua nos eixos vertical e horizontal durante a produção das vogais orais do PB, sugerindo melhor diferenciação para deslocamento no eixo vertical.

Descritores: Fala; Ultrassonografia; Fonética Articulatória; Fonoaudiologia

#### Introdução

O comportamento humano é dinâmico e resulta da coordenação de movimentos que se ajustam para realizar uma tarefa específica, que pode incluir a produção de fala<sup>(1)</sup>. Dessa forma, considerar a produção da fala humana como um processo dinâmico possibilita a verificação do faseamento dos gestos na produção da fala coarticulada, contribuindo para a evolução do conhecimento e criando novas demandas para o desenvolvimento de tecnologias.

O emprego de ferramentas desenvolvidas pelas Tecnologias de Fala permite o uso de técnicas de imagem para investigar o sinal de fala, especialmente, a visualização dos ajustes dos articuladores supraglóticos.

O estudo dos sons da fala pode ser abordado nas vertentes da Fonética Acústica, Articulatória e Perceptiva, as quais têm dialogado com as áreas de conhecimento congregadas nos estudos da Fala.

As correlações acústico-articulatórias tornam-se, nesse sentido, uma opção de abordagem do inventário fonético das línguas, e permitem uma inferência sobre a configuração do trato vocal supraglótico, ou seja, uma estimativa da movimentação dos articuladores, tais como a postura de língua, lábios, mandíbula e palato mole.

As caracterizações fonético-acústicas e articulatórias das línguas datam de algumas décadas. Entretanto, o desenvolvimento tecnológico tem permitido novas incursões e detalhamentos, não possíveis há pouco tempo. Tal evolução permitiu o avanço de descrições de sons isolados para abordagens dinâmicas, que levam em conta as mudanças que ocorrem ao longo da fala.

Estudos que tomam como pressupostos teóricos a relação acústico-articulatória em perspectiva dinâmica reconhecem a caracterização de variabilidade das manifestações e a imprecisão na produção de fala de sujeitos com alterações. Como exemplo, sujeitos com deficiência auditiva (DA) tiveram amostras de fala coletadas e avaliadas no grupo das vogais<sup>(2)</sup> e das consoantes<sup>(3)</sup>.

As vogais, do grupo de sons ressoantes da fala, são compreendidas como o resultado do som produzido nas pregas vocais modificado pela ação dos órgãos fonoarticulatórios. O trato vocal humano é um tubo flexível que pode ser moldável pela ação de tais órgãos<sup>(4)</sup>.

O modelo fonte-filtro<sup>(5)</sup> aplicado à produção das vogais define a produção do sinal de fala como o produto da fonte de energia (produto acústico da vibração de pregas vocais) somado à ação de filtros (ressoadores - cavidades supraglóticas).

As vogais são elementos importantes na estruturação do sinal de fala, na medida em que veiculam as informações de acento lexical e frasal, ritmo, melodia e entoação, demarcando variações das propriedades acústicas básicas (frequência, intensidade e duração), as quais são determinantes dos aspectos prosódicos, que colaboram para a veiculação de sentido<sup>(6)</sup>.

A caracterização articulatória dos ajustes supraglóticos do trato vocal nas vogais pode encontrar correspondência com as medidas acústicas do padrão de formantes (frequência, intensidade e banda de formantes), por meio de instrumentais desenvolvidos pelas Ciências da Fala para imagens do trato vocal. As técnicas de ultrassonografia (USG), de imagens de ressonância magnética (IRM), de eletroglotografia (EGG) podem ampliar os procedimentos de investigação e avaliação de produções de fala sem alterações e a futura exploração das manifestações de alterações das mais diversas naturezas.

A técnica de USG para captação de imagens do trato vocal supraglótico tem se destacado nas últimas décadas, especialmente para a descrição das vogais<sup>(7)</sup> e por propiciar dados da configuração do trato vocal supraglótico em repouso e em movimento<sup>(8)</sup>. Dessa forma, procura-se investigar o comportamento das estruturas supraglóticas envolvidas na produção da fala, mais especificamente dos sons das vogais, sem exposição à radiação e em postura mais natural de fala.

A utilização do instrumental de USG é descrita como um procedimento simples e que propicia a análise do trato vocal supraglótico de forma não invasiva<sup>(8)</sup>, com possibilidade de gravação simultânea de áudio e de emissões de fala encadeada.

Ao considerar os requisitos de análise como segurança, portabilidade, resolução temporal, custo do equipamento, imagem do articulador passivo, do trato vocal (parcial) e, da superfície da língua, e comparar os intrumentos de análise como raio-X, IRM, EMA, micro raio-X, o equipamento que apresenta melhor custo-benefício para a investigação da produção de fala é o aparelho de USG<sup>(9)</sup>.

As imagens de USG são capturadas por meio de transdutores que têm como elemento ativo um material piezoelétrico. Por material piezoelétrico entende-se um elemento, como a cerâmica, que sofre deformação mecânica sob a ação de um campo elétrico e que, ao mesmo tempo, gera um campo elétrico quando sofre a deformação mecânica. A descoberta do efeito piezoelétrico ocorreu em 1880 pelos irmãos Curie. A primeira aplicação ocorreu durante a Primeira Guerra Mundial para o desenvolvimento de sonares ultrassônicos<sup>(10,11)</sup>.

No corpo humano, o método é usado para diagnóstico de imagem de órgãos do organismo. A USG capta sons com frequências superiores a 20 kHz. Os pulsos elétricos emitidos pelo ultrassom provocam uma vibração do transdutor piezoelétrico que emite uma onda sonora. O som é refletido, produzindo o eco, quando encontra diferentes densidades das estruturas do corpo. As imagens produzidas são efeito do inverso da sequência anterior percorrida: o retorno da onda sonora pelo transdutor transforma a vibração em pulsos elétricos que o aparelho de USG transforma em imagem pelo processo de *scanner* <sup>(12)</sup>.

A USG configura-se como um método eficiente e não invasivo para a descrição dos movimentos da língua durante a fala sem nenhuma obstrução, relacionada ao posicionamento dos articuladores<sup>(13)</sup> e coarticulação da língua – natureza e variabilidade - em adultos e crianças<sup>(14)</sup>.

As demandas expostas suscitam a possibilidade de compreensão da atividade do trato vocal supraglótico na produção das vogais, as quais, futuramente, poderão influenciar o ensino de fonética do PB, além de procedimentos clínicos em avaliação e terapia de distúrbios da fala de diversas naturezas.

A fim de investigar os modelos de natureza dinâmica de produção de fala este estudo teve por objetivo apresentar dados preliminares da investigação de vogais orais do PB (variante paulistana) por imagens de USG.

#### Métodos

Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da PUC-SP e aprovado com o Protocolo de Pesquisa n°224/2011.

Um sujeito falante do PB, variante paulistana, gênero masculino, 29 anos de idade, foi submetido à captura simultânea das imagens de USG e registros em áudio.

A coleta das imagens ultrassonográficas foi realizada com o aparelho de USG *Sonix SP — Ultrasonix* no setor de Radiologia do Hospital Santa Paula em São Paulo. O setor de Radiologia realiza diagnósticos por imagens: USG, IRM, tomografia computadorizada, raio-X, entre outros.

A USG não é usualmente utilizada para o diagnóstico de distúrbios da fala. Dessa forma, as coletas experimentais demonstraram a escassez de adaptação do instrumental para uma coleta controlada e possível de ser replicada, tanto no que diz respeito às configurações de gravação (imagens estáticas ou sequência de vídeo) do aparelho de USG, quanto aos transdutores de USG já existentes para a análise de outros órgãos do corpo humano.

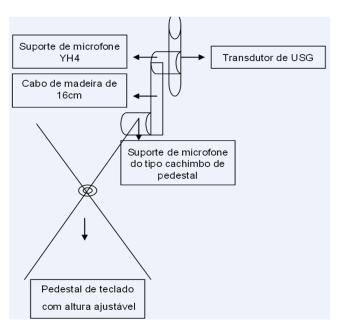
Foi selecionado para a coleta, o aparelho de USG que permitia a captura de vídeos (vários quadros por segundo – frames), uma vez que era preciso o registro de natureza dinâmica da fala. Além disso, foi definida a utilização do transdutor endocavitário (outros comumente utilizados são: convexo, linear, cardíaco, 4D, doppler sem imagens). Os dois critérios para a definição pelo transdutor endocavitário foram: a qualidade

das imagens e estruturas que o transdutor permitia visualizar, além de seu encaixe na região submandibular (região que possibilita analisar o posicionamento e o deslocamento da língua (15)).

Entretanto, apesar do melhor encaixe do transdutor escolhido na região submandibular, a cada tentativa de começar a falar uma sequência de frases, o transdutor deslocava-se do lugar inicial e, por consequência, a imagem também era alterada.

Dessa forma, várias sessões de coleta foram conduzidas para garantir a adequação dos procedimentos, especialmente no sentido de desenvolver algum mecanismo de fixação do transdutor na região submandibular durante a fala, ao mesmo tempo em que permitisse o movimento natural das estruturas envolvidas na fala, especialmente da mandíbula.

Foi desenvolvido, portanto, um suporte que permitiu a acoplagem do transdutor e a sua fixação durante a produção de fala. O suporte em questão é apresentado em forma de esquema (Figura 1).



**Figura 1** – Esquema ilustrativo do suporte desenvolvido para a fixação do transdutor de ultrassonografia para coletas de fala

O desenvolvimento do suporte foi fundamental para a fixação do transdutor de USG na posição necessária para a coleta de dados de fala.

Para o início da coleta, após o posicionamento adequado do sujeito, o transdutor de USG foi posicionado na região submandibular do sujeito (imagens em plano sagital), devidamente preparado com o gel Ultra-Gel (MultiGel Ind e Com.) e encaixado no suporte desenvolvido.

No primeiro momento, foram registradas as imagens do trato vocal em posição habitual (repouso) e com a execução de uma deglutição de saliva para a visualização do contorno da língua e referência de seu deslocamento mínimo e máximo.

Num segundo momento, o sujeito foi orientado quanto à realização de emissão das sete vogais orais do PB, inseridas em sentenças-veículo com estrutura "Digo [pVpv] baixinho", em que V é a vogal oral produzida em posição tônica ([a], [ɛ], [e], [i], [o], [u]) e v vogal similar àquela indicada em V, porém em posição pós-tônica. As frases foram impressas em folhas (A4) separadas e apresentadas ao sujeito uma a uma. A apresentação das frases ocorreu em ordem aleatorizada, com cinco repetições de cada estímulo.

Os vídeos gravados de USG da produção das repetições das vogais orais (inseridas em sentença-veículo em posição tônica de acentuação) foram digitalizados, editados e sincronizados às gravações de áudio pelo software VideoPad Video Editor. Foram selecionadas imagens do posicionamento da língua a partir

dos vídeos dos seguintes momentos: posição habitual (repouso), deglutição e período estacionário das sete vogais orais do PB ([a], [e], [i], [o], [o], [u]) em posição tônica. As imagens selecionadas de USG também passaram por tratamento pelo software PhotoPad Image Editor que propiciou a geração de suas imagens em negativo, de forma a permitir a melhor definição do contorno de língua (Figura 2).

A partir do tratamento das imagens, duas abordagens de interpretação de dados foram realizadas. Na abordagem 1, foram gerados esquemas de deslocamento do dorso de língua – nos eixos vertical e horizontal – a partir da postura habitual de língua (final da deglutição), tomado como ponto de referência. Estão indicados (Figura 3) os esquemas traçados para identificação e geração do contorno do dorso de língua: a divisão da tela de visualização em padrão quadriculado permitiu estimar o deslocamento do dorso de língua para as distintas emissões vocálicas (a) e a linha contínua sobre a imagem da língua para delinear o contorno do dorso de língua (b).

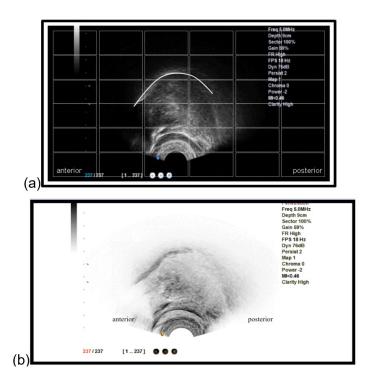
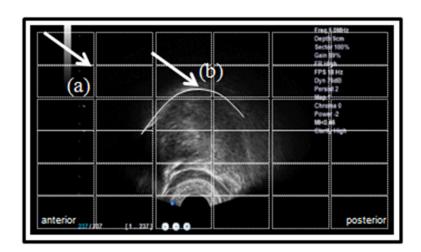


Figura 2 – (a) Imagem de ultrassonografia do contorno da língua (visão sagital) em negativo



**Figura 3** – Esquema de análise das imagens de ultrassonografia: padrão quadriculado para estimar o deslocamento do dorso de língua para as distintas emissões vocálicas (a) e a linha contínua para delinear o contorno do dorso de língua (b) na abordagem 1

Na abordagem 2, as imagens de USG foram submetidas ao *software* de livre acesso *Osiris* (<a href="http://www.sim.hcuge.ch/osiris/01\_Osiris\_Presentation\_EN.htm">http://www.sim.hcuge.ch/osiris/01\_Osiris\_Presentation\_EN.htm</a>) para a mensuração do deslocamento de língua nos eixos vertical e horizontal em milímetros (mm). Foram tomados como referência para a extração em mm os seguintes pontos: (a) ponto de partida no centro inferior da imagem; (b) deslocamento vertical máximo até o ponto do contorno de língua visualizado; (c) e (d) deslocamento horizontal máximos, respectivamente, até os pontos anterior e posterior vizualizados do contorno de língua (Figura 4).

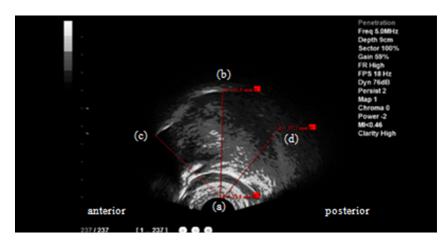
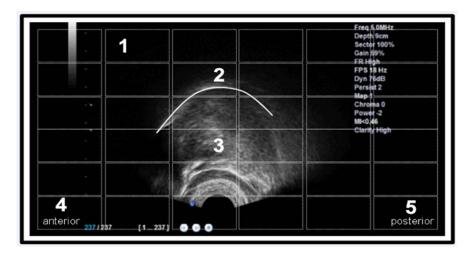


Figura 4 – Pontos de referência da extração das medidas (em milímetros) de deslocamento do dorso de língua a partir das imagens de ultrassonografia pelo *software Osiris*: (a) ponto de partida no centro inferior da imagem; (b) deslocamento vertical máximo até o ponto do contorno de língua visualizado; (c) e (d) deslocamento horizontal máximos, respectivamente, até o ponto anterior vizualizado e o ponto posterior vizualizado do contorno de língua para a abordagem 2

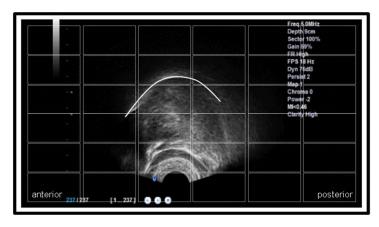
#### Resultados

As imagens de USG extraídas dos vídeos coletados são apresentadas nas Figuras 5 a 10.

Na Figura 5 está indicada uma imagem referência para acompanhamento das imagens subsequentes (abordagem 1), sendo 1. a imagem em plano sagital gerada pelo aparelho de USG e pelo transdutor endocavitário; 2. o traçado branco que indica a superfície do dorso de língua; 3. a estrutura do corpo da língua; 4 e 5. indicam a direção da imagem, respectivamente anterior e posterior.

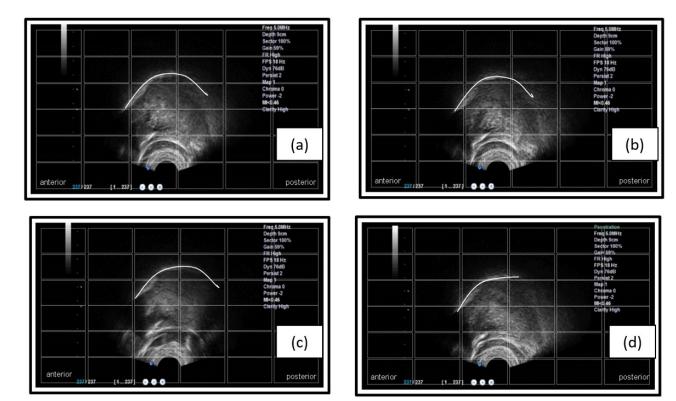


**Figura 5** – Imagem de ultrassonografia (abordagem 1), sendo: 1. a imagem em corte sagital permitida pelo aparelho de ultrassonografia e pelo transdutor endocavitário; 2. o traçado branco que indica a posição do dorso de língua; 3. a estrutura do corpo da língua; 4 e 5. indicam a direção da imagem, respectivamente anterior e posterior



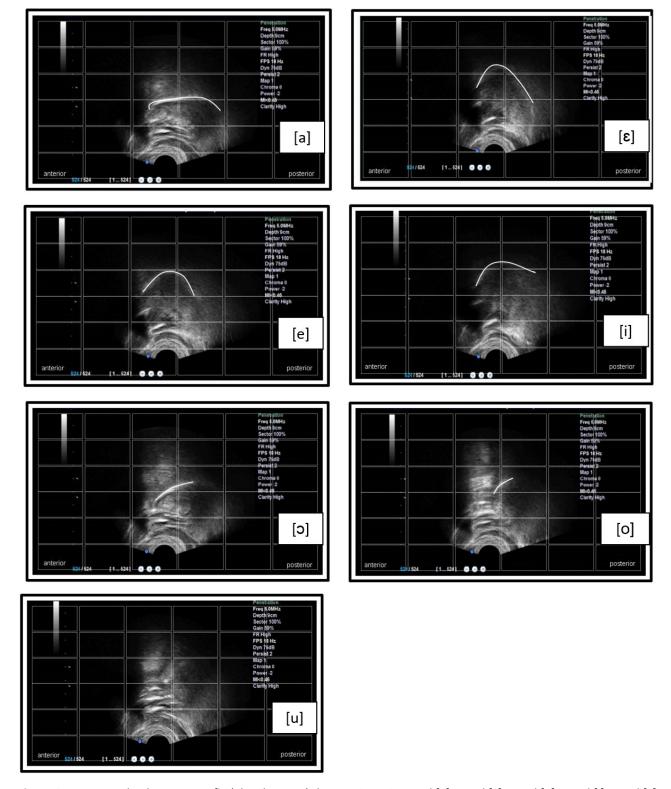
**Figura 6** – Imagem de ultrassonografia (abordagem 1) extraída no momento de postura habitual (repouso) de língua. O traçado branco indica a posição do dorso de língua

A sequência de uma deglutição realizada pelo sujeito para estimativa de referência de extensão dos movimentos do dorso de língua na fala é apresentada na (Figura 7).



**Figura 7** – Imagens de ultrassonografia (abordagem 1) extraídas (a) no momento de preparação da língua para o início da deglutição; (b) no momento de início da deglutição; (c) no momento da deglutição propriamente dita; (d) ao final da deglutição

Os traçados da postura do dorso de língua para as sete vogais orais do PB são apresentadas na Figura 8 em imagens selecionadas no período estacionário de cada uma delas e de suas respectivas imagens em negativo (Figura 9). Na Figura 10 é apresentada a sobreposição dos traçados que acompanham o contorno da língua em cada vogal. Vale ressaltar que não foi possível delinear o contorno do dorso de língua para a vogal [u].



**Figura 8** – Imagens de ultrassonografia (abordagem 1) das vogais orais: vogal [a]; vogal [e]; vogal [e]; vogal [o]; vogal [o]; e vogal [u]. O traçado da linha branca acompanha o contorno da língua, exceto na vogal [u], em que não foi possível a sua visualização dado o movimento posterior

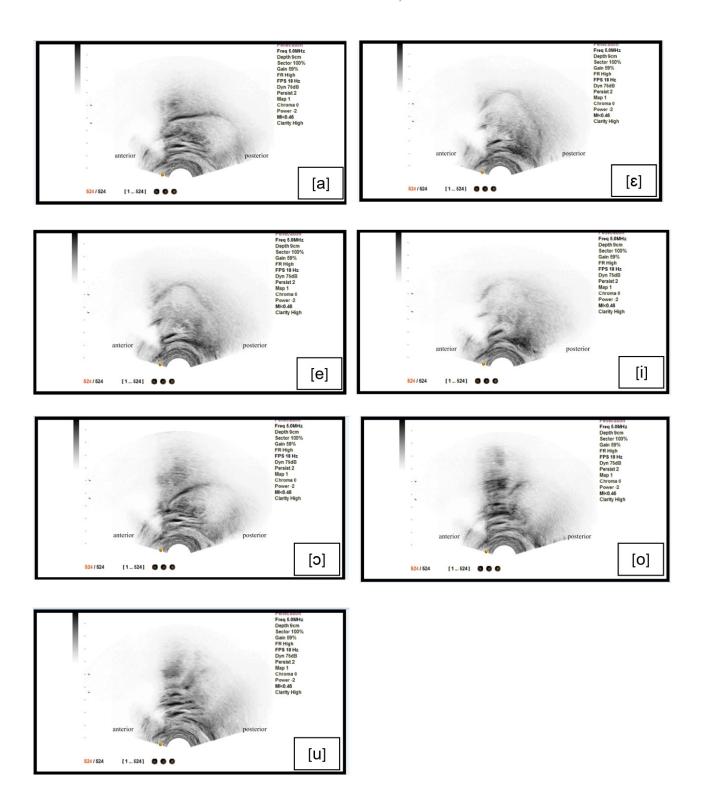


Figura 9 – Imagens de ultrassonografia (abordagem 1) geradas em padrão negativo das vogais orais: vogal [ε]; vogal [ε];

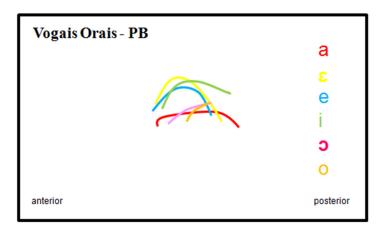


Figura 10 – Imagem gerada em sobreposição do traçado que acompanha o contorno da língua: vogal [a] – linha vermelha; vogal [ε] – linha amarela; vogal [e] – linha azul; vogal [i] – linha verde; vogal [ɔ] linha rosa; vogal [o] linha laranja (abordagem 1)

#### Discussão

Os recursos disponibilizados no campo da Fonética Articulatória possibilitam a descrição dos eventos de fala. Neste contexto, os estudos com imagens do trato vocal supraglótico têm revelado detalhes importantes da atividade dos articuladores durante a produção dos sons, complementando os dados articulatórios inferidos da análise acústica.

No âmbito dos estudos articulatórios destacam-se as técnicas que são desenvolvidas no campo das Tecnologias de Fala. A xerorradiografia (tipo de raio-X) permite excelente qualidade de imagem. No entanto, o sujeito submetido à técnica é exposto à grande quantidade de radiação e existe uma limitação quanto ao *corpus*, concentrado em uma imagem estática de um momento de emissões sustentadas<sup>(16, 17)</sup>.

A IRM, por sua vez, possibilita a descrição da configuração do trato vocal supraglótico, especialmente na produção de vogais orais e nasais do PB <sup>(18)</sup>. Apesar do registro dinâmico da fala e da imagem captada incluir estruturas e cavidades, a limitação da técnica reside no posicionamento do falante (deitado ao longo da captação das imagens), o que interfere na postura habitual dos articuladores durante a produção de fala.

A USG para captura de imagens do trato vocal revelou-se como uma técnica não invasiva e propícia para a avaliação de fala articulada nas últimas décadas <sup>(7, 8, 9)</sup>. No entanto, a falta de tradição da incorporação do instrumental de USG para a coleta específica de dados de fala em nosso meio revelou demandas e adaptações necessárias para a obtenção de resultados articulatórios.

Em consequência, o enfoque específico desta pesquisa recaiu no desenvolvimento de aparatos que permitissem o registro dos eventos articulatórios em tempo real. Dessa forma, o instrumental desenvolvido para a presente pesquisa, especialmente o suporte do transdutor, possibilitou a coleta de dados e uma investigação preliminar das particularidades das vogais orais, por meio das imagens de USG, bem como a reflexão sobre a necessidade de avanço no sentido de adaptação de instrumentos capazes de permitir a coleta de fala em um número ampliado de falantes.

O estudo de caso aqui apresentado revela as várias demandas e os desafios impostos aos pesquisadores que se aventuraram nos domínios da investigação em Fonética Articulatória, e a dificuldade em se trabalhar com intrumentos ainda não adaptados para a realidade da coleta específica de fala. Este segmento do trabalho visa agregar vários profissionais para esta realidade e, ao mesmo tempo, defender a sua viabilidade e aplicabilidade.

As imagens de USG aqui apresentadas foram extraídas da gravação de um vídeo (com as sentenças-veículo do *corpus* apresentado). Ou seja, as imagens foram retiradas de uma sequência dinâmica de fala, o

que é limitador em outras técnicas utilizadas em pesquisas anteriores que tiveram o mérito de considerar a análise articulatória como fator importante de descrição das vogais do PB<sup>(16, 17, 18)</sup>.

Os dados de imagens de USG apresentaram, em corte sagital, o contorno da língua nos eixos vertical e horizontal, descritos na caracterização articulatória da produção das vogais, dados estes que são conjugados às informações de arredondamento labial, abertura/fechamento da mandíbula e segmento velofaríngeo, não propiciados pela técnica de USG<sup>(18, 19)</sup>.

Os dados de imagem de USG na abordagem 1 favoreceram a identificação de vogais posteriores, enquanto as vogais anteriores foram melhor definidas pela abordagem 2, cabendo-se salientar que a vogal [i] foi corretamente identificada pelas duas abordagens.

Acreditamos que essa investigação possa estimular o aprimoramento da técnica em nosso meio, especialmente no que se refere ao aparato instrumental, para o desenvolvimento de recursos e configurações específicas para a coleta e interpretação de dados de fala, além de eficientes mecanismos de análise das imagens coletadas. Por fim, a descrição de achados articulatórios pode revelar parte de um processo dinâmico e refinado que é a produção de fala.

#### Considerações Finais

A investigação da produção das vogais orais por imagens de USG revelou a característica articulatória do deslocamento do dorso de língua nos eixos vertical e horizontal (ântero-posterior). A técnica mostra-se promissora para a descrição de eventos de fala, do ponto de vista articulatório, e pode se estender como método complementar no diagnóstico de alterações de fala e ao ensino de fonética.

#### Referências Bibliográficas

- 1. Kelso JAS. Dynamic Patterns: the self-organization of brain and behavior. Massachusets Institute of Technology; 1995.
- 2. Mendes BCA. Estudo Fonético acústico das vogais do português brasileiro: dados da produção e percepção de fala de um sujeito deficiente auditivo [dissertation]. São Paulo: PUC-SP; 2003.
- 3. Ficker LB. Produção e percepção das plosivas do português brasileiro: estudo fonético-acústico da fala de um sujeito com deficiência auditiva [dissertation]. São Paulo: PUC-SP; 2003.
- 4. Beck JM. The vocal tract as a resonator. In: Hewlett N, Janet, JM, editors. Introduction to the science of phonetics. Lawrence Erlbaum Associates, Inc; 2006. p.239-306.
- 5. Fant G. Acoustic theory of speech production. Mouton The Hague; 1960.
- 6. Madureira S. Expressividade da fala. In: Kyrillos L, editor. Expressividade da teoria à prática. Rio de Janeiro: Editora Revinter; 2004. p.15-25.
- 7. Kelsey CA, Minifie FD, Hixon TJ. Applications of Ultrasound in Speech Research. J Speech Hear Res 1969;12:564-575.
- 8. Fingër TC, Silva A, Zimmermann RF, Júnior AT.[Avaliação ultrassonográfica do tamanho da língua em adultos, port]. Rev CEFAC 2004:6:272-6.
- 9. Berti LC, editor. Investigação da produção de fala a partir da ultrassonografia do movimento de língua. Proceedings of the 18th Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia; 2010 Sep 22-25; Curitiba; 2010. p.661-1.
- 10. Pereira AHA. Cerâmicas piezoelétricas: funcionamento e propriedades. Application note RT-ATCP-01, 2010.
- 11. Santos MHG. Desenvolvimento de transdutores piezelétricos de ultrassom para formação de imagens [dissertation]. São Paulo: USP; 2010.
- 12. Bauermann G. Ultrassonografia. 2009. Avaiable from: URL: http://www.imagesurvey.com.br/2009/03/ultrassonografia/
- 13. Kocjancic T. Tongue movements and syllable onset complexity: ultrasound study. Proceedings of ISCA Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistics; 2006 Aug 28-30; Athens: Greece; 2008.
- 14. Zharkova N, Hewlett N, Hardcastle WJ. An Ultrasound Study of Lingual Coarticulation in Children and Adults. Proceedings of ISCA Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistics; 2006 Aug 28-30; Athens: Greece; 2008.
- 15. Scobbie JM, Stuart-Smith J; Lawson E. Looking variation and change in the mouth: developing the sociolinguistic potential of Ultrasound Tongue Imaging. Research Report for ESRC Project RES-000-22-2032, 2008.
- 16. Pinho SMR, Pontes PAL, Abílio SO, Ganança MM. Configuração do trato vocal nas vogais orais do português. Acta AWHO 1988; 124:36-7.

- 17. Master S, Pontes PAL, Behlau MS. Configurações do trato vocal nas vogais nasais do português brasileiro. Acta AWHO 1991; 67:75-10.
- 18. Gregio FN. Configuração do Trato Vocal supraglótico na produção das vogais do Português Brasileiro: dados de imagens de ressonância [dissertation]. São Paulo: PUC-SP; 2006.
- 19. Camargo ZA, Fontes MAS, Madureira S. Introdução ao estudo dos sons da fala. [Apostila da disciplina de Fonética e Fonologia I do curso de Fonoaudiologia]. São Paulo: PUC-SP; 2008.

## Capítulo 10

#### Voz e Motricidade Oral: interferências e interpelações

Marta Assumpção de Andrada e Silva
Ana Carolina de Assis Moura Ghirardi
Maria Fernanda de Queiroz Prado Bittencourt

#### Resumo

Há anos na atuação clínica das alterações da voz, falada e cantada, desenvolve-se a clareza de que a qualidade da voz de muitos pacientes modifica-se, por exemplo, por uma mudança na abertura de boca ou no posicionamento da língua. Na prática, a relação entre a fonte glótica, responsável pela geração da sonoridade, e articuladores e ressoadores, situados na região supraglótica do trato vocal, são indissociáveis. Muitos fonoaudiólogos, mesmo os especialistas em voz, diante de um quadro clínico de disfonia, focam no diagnóstico laríngeo do médico otorrinolaringologista para direcionar o tratamento, sem ao menos avaliarem a postura, o tônus e a mobilidade dos articuladores, como, por exemplo, lábios ou língua. No trabalho de reabilitação é essencial conhecer toda a possibilidade de uso das estruturas do aparelho fonador, além de investigar as funções de respiração, deglutição e mastigação. A ressonância vocal, particularmente, um aspecto complexo correlacionado à qualidade vocal, sofre influências de tais elementos.

**Descritores:** Voz, Sistema Estomatognático, Transtornos da Articulação temporomandibular, Respiração bucal, Distúrbios da Voz, Acústica da Fala

#### Introdução

O fonoaudiólogo, de forma geral, e principalmente o especialista em voz, direciona a sua avaliação e, muitas vezes, sua terapia, para as pregas vocais (PPVV), para a fonte glótica. Pinho *et al* (2014)<sup>(1)</sup> definem a fala como a produção do sinal laríngeo pela vibração das PPVV, a ressonância e a articulação do som gerado, o que comtempla a região supraglótica do trato vocal. O foco se concentra no ato físico da produção sonora por meio da interação entre as PPVV a o ar expirado.

Na mesma direção, Behlau *et al* (2008) <sup>(2)</sup> apontam a fonação como uma função neurofisiológica inata que se forma ao longo da vida. "A laringe produz a fonação, enquanto o trato vocal produz a voz. Voz é fonação acrescida de ressonância." (Behlau *et al*, 2008; p.26) <sup>(2)</sup>. Embora os autores destaquem que para produção da voz existe necessidade da interação entre diferentes órgãos e sistemas do corpo humano, essa interação não fica clara quando é abordada a questão da avaliação da voz.

Para Fawcus (2004)<sup>(3)</sup>, a fonação que é observável na comunicação humana depende de níveis de complexidade muito elevados quando se compara com qualquer outra espécie. Por essa razão, para a autora "...separar a fonação da função de articulação é, entretanto, enganoso e altamente superficial" <sup>(3)</sup>. Observa-se claramente que, quando se define a produção da voz, o destaque é para fonte geradora, para as pregas vocais. Em determinadas definições, a função do filtro é mencionada, mas quando olhamos para a avaliação da voz, não fica claro o que avaliar e como avaliar o filtro.

No capítulo sobre fisiologia da fonação, Pinho (2009) <sup>(4)</sup> explicita que as disfonias podem ser decorrentes de alterações na fonte glótica (sinal laríngeo) e/ou no filtro, denominado pela autora como ressonância do trato vocal. A autora destaca que os profissionais da voz como cantores, atores, dubladores, que precisam de grande versatilidade vocal, conseguem produzir inúmeros ajustes com características sonoras distintas. Em relação à motricidade orofacial, a autora pontua que a avaliação da mobilidade de língua, lábios, mandíbula e véu palatino são importantes para determinação da conduta terapêutica. Ao nosso ver, a avaliação da postura, da mobilidade e do tônus de língua, lábios, bochechas, palato duro e mole, entre outros, assim como as funções de mastigação e deglutição, devem estar sempre presentes na avaliação de um paciente com alteração de voz. Voz e motricidade oral estão intimamente interligadas por aspectos relacionados à anatomia, à fisiologia, ao controle neuromuscular e ao funcionamento que compõem um processo complexo que é a comunicação.

Entre fonte sonora e filtro não existem simples relações de causa e efeito, mas sim interferências que devem ser avaliadas, conhecidas e refletidas na sua totalidade e amplitude com respaldo científico. Os achados desta relação devem estar presentes na avaliação, assim como em todo processo de reabilitação. A compreensão de um quadro de alteração vocal passa pela percepção da dinâmica de todas estruturas e funções da fonte e do filtro.

#### Fonte e Filtro

Em linhas gerais, a produção da voz humana tem seu início na laringe. A passagem da coluna de ar pulmonar faz com que as pregas vocais vibrem, produzindo um sinal sonoro, que se propagará pelo *trato vocal*. Este é o nome dado para o conjunto de estruturas que compõem o "caminho" percorrido pelo som até que este seja radiado pelos lábios para o meio externo. O trato vocal consiste de ossos, cavidades (vestíbulo laríngeo, faringe, cavidade oral, cavidade nasal) e de estruturas móveis (laringe, língua, mandíbula, palato mole, lábios) que, ao se movimentarem durante a fala, mudam a configuração do trato vocal mudando, também, as características do som emitido, refletidas em seu espectro.

A ideia de que a laringe atua como fonte sonora da voz, e que o trato vocal age na sua produção como uma série de filtros (sistemas de transmissão que selecionam frequências) é conhecida como *teoria linear fonte-filtro da produção da fala*, e foi difundida por Gunnar Fant <sup>(5,6)</sup>. Com base nessa teoria, adota-se a premissa de que o trato vocal se comporta, do ponto de vista físico, como um tubo (ou, na realidade, um con-

junto de tubos interligados), fechado em uma extremidade (pregas vocais aduzidas) e aberto na outra (boca), considerando que, embora a fala seja composta por sons vozeados e outros não vozeados, o som da voz é sempre produzido a partir da adução das pregas vocais. Tubos com tais características têm, a princípio, um número infinito de ressonâncias, localizadas em frequências específicas e favorecerão, com amplitude máxima, sons com comprimentos de onda quatro vezes maior do que o comprimento do tubo (relação do múltiplo ímpar do quarto de comprimento de onda). Dessa forma, entendemos que o fenômeno de ressonância é inerente ao processo de produção vocal e este depende, integralmente, das características geométricas - forma, comprimento, seção transversal - do trato vocal. A modificação do espectro sonoro resultante da ação do trato vocal sobre a fonte sonora irá determinar o timbre do som o que, especificamente em relação à voz, caracteriza aspectos bastante individuais e particulares da qualidade vocal do sujeito.

Enfatizamos que a interferência do trato vocal nas características da voz ocorre não só quando o trato está "em repouso" (quando um único som ou emissão sustentada são emitidos, por exemplo), visto que as dimensões das suas cavidades são determinadas pelo tamanho e posição das estruturas que as delimitam, mas também quando o trato se movimenta, como ocorre o tempo todo durante a fala, uma vez que a mudança de posição dos articuladores também muda constantemente, com cada som produzido, alterando assim a geometria do trato.

Para muitos fonoaudiólogos, a teoria fonte-filtro norteia a interpretação de manifestações fisiológicas associadas à produção vocal e, muitas vezes, da fisiopatologia de grande parte das alterações de voz, principalmente daquelas relacionadas ao comportamento vocal.

Atualmente, sabe-se que a interação fonte-filtro ocorre, em determinada medida, de forma não-linear. Isto significa, para a produção vocal, de forma simplificada, que o filtro, ou trato vocal, age para modificar as características do som produzido na fonte e, também, que a fonte sonora (vibração das pregas vocais) sofre interferências da ação do filtro (7-9). Assim, a forma como ocorre o uso das estruturas supraglóticas durante a fala ou o canto, pode favorecer ou prejudicar a fonação. Dessa forma, a reabilitação fonoaudiológica das alterações de fonte sempre inclui exercícios envolvendo diferentes estruturas do trato vocal.

Assim, para além da clínica fonoaudiológica, também do ponto de vista acústico a produção da voz normal ou alterada é um processo indissociável da postura, força e mobilidade das estruturas móveis do trato vocal, bem como do tamanho de suas cavidades, que pode ser modificado, por exemplo, pelo aumento de tonsilas amigdalianas ou faríngeas, por uma alteração estrutural do palato causada por padrão respiratório inadequado ou, por língua excessivamente volumosa ou que ocupa o espaço que o som teria para ressoar na cavidade oral, devido a alterações ósseas e/ou da arcada dentária, por exemplo.

#### Disfonia e Motricidade Orofacial

As pesquisas (10, 11) que relacionam voz e motricidade orofacial (MO) têm basicamente duas vertentes: disfonia e disfunção temporomandibular (DTM); e disfonia e respiração oral. Poucos estudos fogem desses focos e alguns trabalhos caracterizam um grupo, por exemplo, de profissionais da voz, como professores, fazendo menção a outros aspectos relacionados à MO.

O nariz tem como sua principal função filtrar o ar, umedecê-lo e aquecê-lo além é claro de participar da produção da fala <sup>(12)</sup>. O respirador nasal apresenta postura de lábios ocluídos, língua posicionada dentro da boca em contato com o palato, cabeça ereta sem dificuldade e postura da coluna cervical com curvatura fisiológica<sup>(13)</sup>.

Por outro lado, o respirador oral pode apresentar ressecamento da mucosa oral; alteração de tônus, mobilidade e postura dos lábios, da língua, das bochechas; postura alterada da cabeça e pescoço; e rotação de ombros (13). Nessa direção, levando-se em conta que os músculos que constituem o aparelho fonador são os mesmos do sistema estomatognático, as alterações como rouquidão e nasalidade podem também estar presentes no respirador oral, até porque ·alterações posturais e/ou de tonicidade, nesses músculos, interferem na realização das funções da fala e da fonação (10, 12).

Segundo Cunha *et al.* (2019)<sup>(13)</sup> a respiração fisiológica dos seres humanos é a respiração nasal a qual, além da filtragem, aquecimento e umidificação do ar, exerce grande influência na organização das demais funções orofaciais. Quando existe mudança do padrão nasal para respiração oral ou oronasal, a língua rebaixada no assoalho da cavidade oral, apoiada na mandíbula, cria um desequilíbrio entre as forças exercidas pelo fluxo de ar. Além da falta de modelamento do palato, isso pode gerar alterações no crescimento ósseo craniofacial. As alterações vocais não são citadas no presente capítulo, mas, mesmo assim, o leitor tem clareza das mudanças que podem ocorrer no filtro em decorrência de uma respiração oral.

A interrelação entre disfonia e respiração oral é mais presente nas publicação em crianças<sup>(10, 14)</sup> do que em adultos<sup>(15,16)</sup>. No estudo de Viegas *et al.*, (2010)<sup>(14)</sup>, com o objetivo de caracterizar parâmetros vocais de crianças respiradoras orais, observou-se que apenas a medida de frequência fundamental é capaz de diferenciar os respiradores orais dos respiradores nasais.

Marangom *et al.* (2018)<sup>(10)</sup> analisaram se há associação entre a respiração oral e a voz em 250 crianças de uma escola pública, e concluíram que 12,8% da crianças apresentaram distúrbio de voz, 37% apresentaram lábios ora abertos/ora fechados e abertos/entreabertos, 7% apresentaram o fluxo nasal obstruído e aproximadamente 65% apresentou fluxo de ar reduzido. Os achados apontam para a importância tanto de se avaliar a qualidade vocal em respiradores orais; como de se avaliar a respiração e o sistema estomatognático, como um todo, em disfônicos.

Em adultos, os apontamentos são semelhantes: há relação significante entre disfonia, queixas de distúrbios alérgicos, de distúrbios digestivos e de ambas as queixas associadas (15).

Quanto às relações entre disfonia e articulação temporomandibular (ATM), ou mais especificamente a DTM, segundo Bianchini (2000)<sup>(17)</sup> em sua pesquisa realizada com 51 pacientes com DTM, esses sintomas se interligam, pois os indivíduos com DTM realizaram modificações na articulação da fala, sendo a principal delas a redução da amplitude do movimento mandibular, que nesse caso poderia levar ao aumento da atividade da musculatura perioral compensatoriamente. Outra questão observada no estudo, também muito frequente na prática clínica com pacientes com DTM, são os desvios mandibulares que ocorrem na fala. A qualidade vocal dos sujeitos caracterizou-se principalmente por uma voz monótona, seguida por voz hipernasal, voz rouca, áspera e soprosa. A redução da amplitude dos movimentos mandibulares e as alterações da qualidade vocal prejudicaram a inteligibilidade de fala e, desse modo, concluiu-se que as disfunções da ATM parecem propiciar modificações da articulação da fala como mecanismos adaptativos protetores, provavelmente desencadeados pela presença de dor, constatada quase na totalidade dos pacientes que participaram do estudo.

O trabalho de Machado *et al.* (2014)<sup>(18)</sup> aponta associação estatística entre os distúrbios de voz e disfunção temporomandibular em professores, e os principais sintomas referidos por esses profissionais foram: dor de cabeça e ou na face, dor ao final do dia, dor ao falar muito e estalido na ATM. Esses achados corroboram com Bianchini (2000)<sup>(17)</sup> sobre o pressuposto de que ajustes compensatórios, como redução da cavidade bucal e tensão excessiva na região orofacial, poderiam ser responsáveis por uma fonação com muito esforço e, consequentemente, pela queixa de dor e cansaço, ao falar muito.

Os autores Ferreira *et al.*, (2016)<sup>(19)</sup>, em seu estudo com o objetivo de caracterizar os sinais e sintomas de DTM em homens e mulheres, apontaram que há prevalência do gênero feminino entre as pessoas que buscaram tratamento para DTM, e que as mulheres tiveram duas vezes mais chances de apresentar sintomas de dor e queixa de disfonia do que os homens.

#### Voz e Motricidade Orofacial na avaliação fonoaudiológica

Há anos na atuação clínica com pacientes disfônicos, a relação entre motricidade orofacial e voz para nós é evidente. O trabalho de reabilitação com a voz falada e cantada depende da fonte e do filtro. A atuação fonoaudiológica com o paciente cantor deixa muito clara a necessidade de um trato vocal flexível para esse tipo de produção sonora. Determinados pacientes podem apresentar uma alteração na voz por

apresentar uma abertura de boca muito restrita ou um dorso de língua muito elevado. A língua exerce papel fundamental na produção de determinados fonemas e, na ressonância, o tônus e a mobilidade da língua têm função determinante<sup>(20)</sup>.

Na prática, a interação entre a fonte glótica e o filtro é indissociável na emissão sonora. Os fonoaudiólogos e, principalmente os especialistas em voz, precisam avaliar e trabalhar a fonte e o filtro de maneira equilibrada, ao invés de dar prioridade ao diagnóstico médico da lesão laríngea do paciente disfônico. A avaliação clínica miofuncional orofacial deve integrar a maioria dos exames que irão compor o diagnóstico fonoaudiológico.

Para compreensão da disfonia ou da disodia é essencial avaliar as estruturas e as funções orofaciais. Apenas dessa maneira o trabalho de reabilitação com a possibilidade do uso das estruturas de todo aparelho fonador é possível.

A busca pela padronização no processo de avaliação na área de Motricidade Orofacial impulsionou a criação de dois instrumentos. O primeiro foi o Protocolo de Avaliação Miofuncional Orofacial - MBGR<sup>(21)</sup>1 que contempla a história clínica e o exame miofuncional orofacial. Berretin-Felix *et al.* (2019) <sup>(22)</sup> apresentam a última versão do instrumento, desenvolvida com base no Protocolo de Avaliação Miofuncional Orofacial com escores validados <sup>(23)</sup>, que validou a aplicação deste tipo de protocolo em adultos com disfunção temporomandibular, abrangendo todos os aspectos que devem ser observados para o diagnóstico de alterações oromiofuncionais na referida população.

O Protocolo de Avaliação Miofuncional Orofacial - MBGR (22) é dividido em história clínica e exame e pode ser aplicado em crianças, adolescentes, adultos e idosos. O instrumento foi direcionado para o fonoaudiólogo identificar as alterações miofuncionais orofaciais mais relevantes por meio da atribuição de escores que sinalizam a gravidade do distúrbio. O exame clínico proposto pelo protocolo apresenta oito partes: 1. Postura Corporal; 2. Medidas da face, dos movimentos mandibulares e da oclusão; 3. Exame extraoral; 4. Exame intraoral; 5. Mobilidade; 6. Sensibilidade; 7. Tônus e 8. Funções orofaciais, acrescidos do roteiro para obtenção das imagens. O exame é muito detalhado e com pontos sensíveis, que à primeira vista parecem direcionados para o especialista em motricidade orofacial. Por outro lado, o instrumento possibilita a utilização de partes selecionadas para a avaliação do paciente disfônico, quais sejam: a postura corporal; a movimentação da mandíbula (abertura de boca); a oclusão dentária; a postura, forma, mobilidade e tônus de lábios e língua; além das funções de respiração, de mastigação e de deglutição.

Outro instrumento que surgiu da prática clínica e da necessidade de quantificar alterações da motricidade oral é o AMIOFE<sup>(24)</sup>. Por meio deste instrumento é possível identificar com precisão o grau da alteração observado na avaliação de inspeção visual do paciente e das imagens registradas pelo avaliador. O capítulo em questão descreve detalhadamente como utilizá-lo.

Assim, vale destacar que temos dois instrumentos, testados e validados, para avaliar os aspectos da motricidade orofacial. No caso das autoras deste capítulo em questão, a familiaridade maior é com o Protocolo MBGR. Esse instrumento tem detalhamentos na investigação dos lábios, língua, na abertura da boca e no palato que muito contribuem no conhecimento das possibilidades de uso do filtro para a produção vocal com e sem alteração.

É preciso pontuar, também, que muitos exercícios e técnicas utilizadas na clínica fonoaudiológica dos distúrbios da voz dependem de uma musculatura equilibrada, ou seja, com aspecto, mobilidade e tônus adequados. Por exemplo, a técnica de vibração de língua e de lábios, utilizada de diferentes maneiras e muito presente na reabilitação de um paciente disfônico, depende de uma mobilidade e tonicidade adequada desses músculos. Nessa perspectiva, a avaliação detalhada da motricidade orofacial de um paciente com alteração de voz irá contribuir substancialmente para o trabalho fonoaudiológico de reabilitação.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Após dois anos de reuniões presenciais, elaboração de versão inicial, aplicação em pacientes de diferentes faixas etárias e condições miofuncionais distintas, as autoras concluíram a primeira versão do Protocolo MBGR cuja sigla utilizada representa a autoria do instrumento, sendo M= Marchesan, Irene Queiroz; B= Berretin-Felix, Giédre; G= Genaro, Katia Flores e R= Redher, Maria Inês (Berretin-Felix *et al.*, 2019, p 255).

#### Considerações Finais

O olhar do especialista possibilitou a ampliação e aprofundamento de determinados campos da Fonoaudiologia. Por outro lado, dificultou a visão generalista, que é na maioria dos casos essencial para realizar um diagnóstico preciso da alteração de fala, de voz e/ou de motricidade orofacial.

A relação intrínseca entre a voz e a motricidade orofacial se evidencia à medida em que a compreensão do processo de produção vocal, em si, passa a ser compreendido para além das condições de fonte, ou fonatórias, propriamente ditas. O olhar global para a voz produzida invoca a integração entre as duas áreas durante a atuação do fonoaudiólogo que avalia, prepara ou reabilita a voz do seu paciente.

A relação entre os espaços no trato vocal e as estruturas móveis que os delimitam de forma dinâmica durante a fala e o canto é parte determinante da qualidade vocal de qualquer pessoa e, assim, uma avaliação de motricidade orofacial é parte rotineira da avaliação vocal. O tamanho dos espaços, força e mobilidade das estruturas móveis podem prejudicar o comportamento vocal ou favorece-lo, a depender do caso.. Dessa forma, considerar o filtro como um agente que tem igual importância na voz que se escuta norteia o raciocínio clínico em voz, tanto do ponto de vista do diagnóstico quanto do melhor planejamento terapêutico para o paciente que procura atenção fonoaudiológica.

#### Referências Bibliográficas

- ¹ Pinho S, Korn GK, Pontes P. Músculos intrínsecos da laringe e dinâmica vocal, vol.1, 2ª. edição. Rio de Janeiro: Revinter, 2014.
- <sup>2</sup> Behlau M, Azevedo R, Madazio G. Anatomia da laringe e fisiologia da produção vocal. In: Voz, o livro do especialista, vol.1. Rio de Janeiro: Revinter, 2008:p.1-51.
- <sup>3</sup> Fawcus R. A fisiologia da fonação. In: Freemam M, Fawcus M. Distúrbios da voz e seu tratamento. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2004.
- <sup>4</sup> Pinho SMR. Fisiologia da Fonação. In: Fernandes FDM; Mendes BCA; Navas ALPGP (org.) Tratado de Fonoaudiologia (2ª. ed). São Paulo: ROCA, 2009. p.45-51.
- <sup>5</sup> Fant G. Acoustic theory of voice production, Mouton, 1970.
- <sup>6</sup> Kent RD, Read C. Análise Acústica da Fala. São Paulo: Cortez, 2015. p 504.
- <sup>7</sup> Titze I. Nonlinear source-filter coupling in phonation: theory. J. Acoust. Soc. Am. 2008; 123:2733-2748.
- <sup>8</sup> Maxifield L, Palaparthi A, Titze I. New evidence that source-filter coupling affects harmonic intensity and f0 stability during instances of harmonics crossing formants. J Voice 2017; 31(2): 149-156.
- <sup>9</sup> Story B. The vocal tract in singing. In: Welch G, Howard DM, Nix J (eds.) The Oxford Handbook of Singing 2016. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199660773.013.012
- <sup>10</sup> Marangom C, Peruchi VS, Andrada e Silva MA, Marchesan IQ, Ferreira LP. Association between voice disorder and breathing alteration in children. Rev. CEFAC 2018; 20 (2):191-200. DOI:10.1590/1982-0216201820217416
- <sup>11</sup> Fuentes CA. Relación entre la articulación temporomandibular y la función vocal: una revisión de la literatura. Revista de Investigación en Logopedia, 2022; 12(1), e68081. DOI: 10.5209/rlog.68081
- <sup>12</sup> Tavares JG, Silva EHAA. Theoretical considerations on the relationship between mouth breathing and dysphonia. Rev. soc. bras. fonoaudiol. 2008, 13(4): 405-10. DOI:10.1590/S1516-80342008000400017
- <sup>13</sup> Cunha DA, Krakauer L, Manzi SHMB, Frazão YS. Respiração oral: avaliação e tratamento fonoaudiológico. In: Silva HJ, Tessitore A, Motta AR, Cunha DA, Berretin-Felix G, Marchesan IQ. Tratado de Motricidade Orofacial. São José dos Campos: Oulso Editorial, 2019. p 491-501.
- <sup>14</sup> Viegas D, Viegas F, Atherino CCT, Baeck HE. Spectral parameters on voices of mouth-breathing children. Rev. CEFAC. 2010, 12(5): 820-30. DOI: 10.1590/S1516-18462010005000107
- <sup>15</sup> Cielo CA, Finger LS, Raman-Niehues G, Deuschle VP, Siqueira MA. Organic-functional dysphonia and complains off allergic and/or digestive disturbance. Rev. CEFAC. 2009, 11 (3):431-9. DOI: 10.1590/S1516-18462009000300010
- <sup>16</sup> Cassol M. Respiração oral e disfonia- Considerações sobre essa relação. In: Maahs MAP, Almeida ST. Respiração oral e apneia obstrutiva do sono. Editora Revinter. 2016. Pag 255.
- <sup>17</sup>Bianchini, EMG. Relações das disfunções da articulação temporomandibular com a articulação da fala. Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial, 2000; 5(1): 51-59.
- <sup>18</sup> Machado IM, Bianchini EMG, Villas Boas DC, Giannini SPP, Ferreira LP. Association between voice disorder and self-reported temporomandibular dysfunction symptoms in teachers. Rev Audiol Commun. 2014;19(1):75-80.

#### DOI: 10.1590/S2317-64312014000100013

- <sup>19</sup> Ferreira CLP, Silva MAMR, Felício CM. Signs and symptoms of temporomandibular disorders in women and men. CoDAS 2016;28(1):17-21. DOI: 10.1590/2317-1782/20162014218.
- <sup>20</sup> Andrada e Silva MA, Loiola CM, Bittencourt MFQP, Ghirardi ACAM. Trabalho fonoaudiológico com cantores. In: Oliveira IB, Almeida AAF, Raize T, Behlau M. (org.) Atuação fonoaudiológica em voz profissional. São Paulo: GEN / Roca, 2011. p.141-157.
- <sup>21</sup> Genaro KF, Berretin-Felix G, Maria Rehder IBC, Marchesan IQ. Orofacial myofunctional evaluation: MBGR protocol. Rev. CEFAC. 2009; 11 (2):237-55.

#### DOI:10.1590/S1516-18462009000200009

- <sup>22</sup> Berretin-Felix G, Genaro KF, Marchesan IQ. Protocolos de Avaliação da Motricidade Orofacial 1: protocolo de avaliação miofuncional orofacial MBGR. In: Silva HJ, Tessitore A, Motta AR, Cunha DA, Berretin-Felix G, Marchesan IQ. Tratado de Motricidade Orofacial. São José dos Campos: Oulso Editorial, 2019. p 255-272.
- <sup>23</sup> De Felício CM, Medeiros APM, Melchior M. Validity of the protocol of oro-facial myofunctional evaluation with scores for Young and adult subjects. J Oral Rehabil. 2012; 39(10): 744-53.
- 24 Felício CM. Protocolos de Avaliação da Motricidade Orofacial 2 AMIOFE. In: Silva HJ, Tessitore A, Motta AR, Cunha DA, Berretin-Felix G, Marchesan IQ. Tratado de Motricidade Orofacial. São José dos Campos: Oulso Editorial, 2019. p 273-299.

### **Capitulo 11**

# Sua voz, seu jeito": proposta de oficina de aperfeiçoamento da comunicação oral para profissionais da voz

Maria Cristina de Menezes Borrego
Patricia Piccin Bertelli Zuleta
Ana Carolina Fonseca Rangel
Léslie Piccolotto Ferreira

#### "Resumo:

A realização de oficinas na área de voz é uma atividade frequentemente direcionada a um público adulto composto, em sua maioria, por profissionais da voz. As oficinas não são voltadas para a reabilitação dos distúrbios vocais, mas sim à prevenção e à promoção de saúde. Assim sendo, o objetivo deste trabalho é a descrição de uma proposta de oficina vocal denominada "Sua voz, seu jeito", criada como uma forma de acolher os pacientes em fila de espera de Serviço de Motricidade Orofacial e Voz de uma clínica multiprofissional. Foram apresentadas informações sobre a produção vocal, sendo selecionadas estratégias voltadas a possibilitar a autopercepção da relação corpo-voz e a prática de exercícios, visando à promoção da interação fonte-filtro e ao uso equilibrado dos aspectos relacionados à respiração, fonação, articulação dos sons da fala, ressonância e elementos prosódicos. De forma geral, a proposta mostrou-se eficiente em promover a auto-observação e a compreensão dos mecanismos envolvidos na produção vocal. Por meio da prática de estratégias de aperfeiçoamento da voz, os participantes experimentaram diferentes modos de se expressar e puderam transferir algumas das habilidades executadas de maneira isolada nos exercícios para atividades de fala encadeada e situações espontâneas de comunicação oral. Desdobramentos das ações relatadas são apresentadas e discutidas.

Descritores: Fonação, Comunicação, Fonoterapia, Treinamento da voz.

#### Introdução

O trabalho voltado ao desenvolvimento e aperfeiçoamento das habilidades comunicativas existe desde os primórdios da atuação fonoaudiológica, porém o foco inicial na área de voz era a reabilitação dos distúrbios vocais e de comunicação, realizada geralmente na forma de atendimento individual. Em seu livro "Educação da voz falada", Mello (1972) descreve as estratégias de trabalho dirigidas para o treinamento vocal relacionando técnicas de relaxamento, respiração e articulação, utilizadas na atuação clínico-terapêutica dos fonoaudiólogos. Dentre as técnicas apresentadas pela autora, uma das estratégias mais utilizadas foi a de leitura oral, principalmente no treino de inflexões¹.

Segundo Soares e Piccolotto (1977), estratégias relacionadas à comunicação corporal, à propriocepção, ao relaxamento, à respiração, à voz e à articulação são consideradas bases fundamentais para o trabalho de impostação vocal. Nessa obra, são apresentadas técnicas específicas para o trabalho tanto de impostação vocal quanto de expressividade, proporcionando aos leitores, principalmente aos universitários, profissionais da voz e público leigo, um material que contribui para uma comunicação mais efetiva, por meio de informações teóricas e aplicações práticas, permitindo ainda, que os conhecimentos obtidos possam ser aplicados em aulas, conferências e demais atividades que demandam o uso de habilidades de comunicação. As autoras explicitam que a proposta foi colocada em prática, trabalhando com grupo de participantes, na modalidade de curso<sup>2</sup>.

Mais recentemente, tem-se utilizado o termo oficina para designar atuações semelhantes. Entende-se por oficina um trabalho estruturado com grupo de pessoas que discute, de forma prática, uma determinada questão, por meio de atividades facilitadoras para um determinado fim. De natureza educacional, social ou voltada para a saúde, tem sido utilizada na Fonoaudiologia, em especial na área da voz, com o objetivo de promover saúde ou prevenir o distúrbio de voz, sendo geralmente direcionada a um público adulto composto, em sua maioria, por profissionais da voz<sup>3</sup>.

Os dois textos clássicos acima citados apresentam as bases do trabalho de desenvolvimento e aperfeiçoamento da voz e da comunicação oral que podem ser aplicadas no formato de oficina e organizadas de acordo com os subsistemas da fala: respiração, fonação, articulação dos sons, ressonância e prosódia<sup>1,2</sup>. Esses pilares constituem o eixo de grande parte dos programas de aprimoramento da comunicação oral, sejam eles na configuração individual ou em grupo, até os dias atuais<sup>4,5,6,7</sup>.

Assim, a proposta deste capítulo é, inicialmente, situar o leitor de forma breve no universo da atuação fonoaudiológica no desenvolvimento e aperfeiçoamento da voz e da comunicação oral, considerando a intervenção em grupo junto ao profissional da voz, abordando as questões da voz e da expressividade oral. Na sequência, será trazida uma apresentação sucinta sobre as bases (pilares) do trabalho desenvolvido em uma oficina denominada "Sua voz, seu jeito", o passo seguinte é detalhar a mesma, que vem sendo colocada em prática no Serviço de Motricidade Orofacial e Voz da Clínica da Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (Derdic/PUC-SP) e, finalmente, algumas considerações serão apresentadas para que possam servir de reflexões para outros fonoaudiólogos interessados em desenvolver esta oficina ou atividade semelhante.

### Oficinas de aperfeiçoamento da voz e da comunicação oral: como têm sido abordadas pelo fonoaudiólogo brasileiro?

O fonoaudiólogo que pretende planejar uma oficina deve ter a clareza de atender a demanda do grupo, com a complexa tarefa de perceber cada sujeito como único e singular. Em outras palavras, é preciso ter uma escuta para a qual esteja preparado, uma vez que é necessário compreender os processos da constituição e da dinâmica grupal<sup>8</sup>.

A relação e a interação entre os participantes do grupo acontecem por meio de momentos de troca e identificações, sendo que a presença do outro também é um fator facilitador do processo<sup>3,9</sup>. Além disso, o

sucesso da intervenção e a adesão dos participantes ao trabalho em grupo estão relacionados, entre outros aspectos, ao engajamento dos sujeitos à atividade proposta, assim como à seleção adequada dos exercícios e estratégias, de acordo com as demandas.

O trabalho fonoaudiológico em grupo promove acolhimento e compartilhamento de ideias e, consequentemente, facilita o processo de intervenção terapêutica, seja no trabalho de reabilitação ou de aperfeiçoamento vocal.

Ao considerar o aperfeiçoamento vocal, foi citado anteriormente que questões relacionadas à respiração, à fonação, à articulação dos sons da fala, à ressonância e à prosódia constituem os pilares deste trabalho desde as primeiras publicações na literatura nacional especializada até os dias de hoje<sup>1,2,4,5,6,7</sup>. Se os pilares permanecem praticamente inalterados, o que se modifica são a forma de organização das oficinas e as estratégias selecionadas para a sua execução. Tais mudanças são constantes ao longo do tempo, pois estão atreladas ao contexto sociocultural em diferentes momentos e à evolução do conhecimento científico no que se refere à realização de novos estudos sobre, por exemplo, a fisiologia do exercício e a caracterização das demandas vocais das diversas categorias profissionais<sup>10,11</sup>.

Ao observar o panorama da literatura especializada, as ações voltadas ao aprimoramento da comunicação oral de profissionais da voz visam à promoção da saúde e à prevenção de distúrbios vocais<sup>4,5,6,7</sup>. Os objetivos das propostas são alcançados por meio de orientações e estratégias que levam ao autoconhecimento e ao aperfeiçoamento da voz e das habilidades de comunicação oral por meio da prática de exercícios.

Tal prática acontece tanto com a aplicação de exercícios de voz como de expressividade. Os exercícios específicos de voz que compõem as ações fonoaudiológicas são selecionados para melhorar a qualidade vocal e equilibrar a produção da voz de forma geral<sup>6,12,13</sup>. Eles também podem ser organizados em programas de aquecimento e desaquecimento vocal, assim como no formato de um treinamento muscular vocal para o aumento da resistência e do condicionamento da voz e da respiração<sup>11,14</sup>.

Por outro lado, as estratégias de expressividade oral levam em conta os significados e as intenções das mensagens transmitidas pela voz no contexto mais abrangente da comunicação oral. Neste caso, são propostos exercícios de leitura oral de textos e estratégias de improvisação e simulação de diversas situações da comunicação oral, como o diálogo, a apresentação oral, a exposição, a argumentação, entre outras. Vale ressaltar que as questões relacionadas à expressividade na voz profissional, sua forma de avaliação e estratégias de intervenção, são mais comumente encontradas nas publicações de autores nacionais<sup>5,15,16</sup>.

De forma geral, as pesquisas mostram os efeitos positivos das ações fonoaudiológicas. Contudo, nem sempre se encontra a relação completa dos exercícios e suas formas de realização, tampouco são discutidas questões relacionadas ao funcionamento do grupo e seu impacto no desenvolvimento da oficina e no rendimento dos participantes.

São algumas destas questões que pretendemos abordar a seguir, ao descrever a oficina e discutir pontos relevantes levantados a partir da análise dos resultados observados.

## Os pilares do trabalho voltado para o aperfeiçoamento da voz e da comunicação de profissionais da voz: respiração, fonação, articulação, ressonância e prosódia

Apresentar de forma detalhada as questões anatômicas e funcionais que justificam o trabalho com esses pilares ou subsistemas e mencionar a inter-relação entre eles demandaria tempo e, certamente, um aprofundamento que poderia ser facilmente compensado com a leitura de referências bibliográficas mais específicas<sup>17,18</sup>.

Assim, optamos por apresentar o que de cada pilar demos especial atenção, para que o leitor consiga, ao ler, relacionar as estratégias apresentadas na oficina "Sua voz, seu jeito".

No que se refere à respiração, o objetivo foi torná-la mais ampla, com percepção e movimentação completa da entrada e saída do ar, com controle dos movimentos da região do tórax e, em especial, focali-

zando o músculo diafragma. Na sequência, atenção foi dada ao uso de pausas, com ênfase à potencialidade desse parâmetro no que diz respeito a dar ênfase e, portanto, maior expressividade à fala<sup>19</sup>.

A fonação foi abordada em especial quanto à possibilidade de buscar o máximo rendimento com mínimo esforço da estrutura. Assim, estratégias para ampliar a percepção do papel importante da integração da fonte e do filtro na emissão de um som, com destaque à participação de cada um dos órgãos envolvidos nessa produção, foram apresentadas por meio de exercícios de trato vocal semi-ocluído emitidos em tom habitual ou com modulação<sup>20</sup>.

No quesito referente à articulação, o incentivo foi dado para que essa ocorra de forma precisa, com os órgãos fonoarticulatórios em ação de maneira que propicie uma fala bem definida. Exercícios com foco na abertura vertical de boca, estimulando precisão e agilidade articulatórias, foram trabalhados por meio de séries de sílabas contendo diferentes consoantes e vogais<sup>21</sup>.

A ressonância foi trabalhada na direção do participante da oficina perceber quando essa se encontra equilibrada, sem excesso de trabalho da fonte ou do filtro, gerando assim uma voz ressoante na face. Emissão de sons nasais foram estimulados, assim como a Técnica da Voz Salmodiada e leitura oral de textos com foco no uso equilibrado de ressonância<sup>13</sup>.

O último pilar a ser aqui apresentado - prosódia — é aquele que normalmente provoca maior impacto entre os participantes, que por meio de leitura de pequenos textos podem perceber as diferentes intenções geradas pelo uso de diversos parâmetros. De acordo com a mensagem, os participantes podem fazer uso diverso e distinto de parâmetros como intensidade, altura, qualidade de voz, articulação entre outros, e por estarem em grupo percebem outras possibilidades de uso e consequente relação entre som e sentido gerado por esse<sup>5,22</sup>.

#### A oficina "Sua voz, seu jeito"

A oficina foi criada como uma forma de acolher os pacientes em fila de espera do Serviço de Motricidade Orofacial e Voz da Derdic/PUC-SP e teve como objetivo promover o uso saudável e equilibrado da voz por meio de orientações e atividades práticas que promovessem a auto-observação e a compreensão dos mecanismos envolvidos na produção vocal. O reconhecimento dos aspectos biopsicossociais como fatores determinantes da singularidade da voz de cada indivíduo levou a oficina a receber o nome de "Sua voz, seu jeito".

Os primeiros grupos foram compostos por alunos de cursos profissionalizantes do campo de comunicação e artes e por profissionais da voz de diferentes áreas de atuação. Os sujeitos eram adultos jovens, de ambos os sexos, que tinham realizado anteriormente uma triagem fonoaudiológica. Eles apresentavam, na sua maioria, qualidade vocal adaptada ou disfonia comportamental com grau leve de desvio.

Os pacientes foram separados em grupos de três a quatro participantes. Foram planejados cinco encontros com duração de uma hora e meia, que ocorreram uma vez por semana. Foram apresentadas informações sobre a produção vocal, sendo selecionadas estratégias voltadas a possibilitar a autopercepção da relação corpo-voz e a prática de exercícios, visando à promoção da interação fonte-filtro e o uso equilibrado dos aspectos relacionados a respiração, fonação, articulação dos sons da fala, ressonância e elementos prosódicos, ou seja, atenção foi dada ao trabalho com os pilares antes descritos<sup>23</sup>.

Ao longo de dois anos vários grupos de pacientes foram atendidos em oficinas presenciais, contudo, em 2021, houve a necessidade de recorrermos ao formato online síncrono devido à condição de isolamento social imposta pela pandemia da COVID-19. Nessa modalidade, foi mantida a estrutura dos encontros de acordo com o conteúdo elaborado, sendo feitas as adaptações necessárias à realidade virtual. Neste contexto, foi criado um grupo composto por três pacientes que estavam na fila de espera para fonoterapia e, aos cinco encontros práticos, foram acrescidos dois outros, um no início e outro no final da oficina, para análise da voz e autoavaliação dos participantes, totalizando assim sete encontros virtuais.

Os cinco encontros planejados para a oficina serão descritos a seguir e detalhados no (Quadro 1).

O encontro 1 consiste na apresentação das fonoaudiólogas do serviço responsáveis pela oficina, seguida das informações sobre a estrutura de funcionamento e os objetivos da oficina. Neste momento, foi oferecido um espaço para que cada participante pudesse trazer questões relacionadas à sua voz e dúvidas quanto ao trabalho, além da apresentação pessoal para os demais sujeitos do grupo. Na sequência foi realizada uma exposição dialogada de aspectos teóricos, por meio de figuras e informações acerca de mecanismos básicos da produção da voz, especificamente do subsistema de respiração, seu funcionamento e sua relação com a voz. Na segunda parte do encontro foram propostos exercícios, sendo realizados por cada participante sob o acompanhamento e orientação da fonoaudióloga que conduzia a oficina.

Os encontros 2, 3, 4 e 5 seguiram a mesma estrutura, ou seja, nos primeiros minutos de cada encontro foram relatadas dificuldades e conquistas registradas pelos participantes e, a seguir, um novo pilar foi apresentado, com ilustrações de apoio e realização de exercícios específicos. Assim, no segundo encontro as informações fizeram referência a noções de anatomia e fisiologia da produção vocal, e consequentemente, da função de fonação. No terceiro encontro a articulação dos sons da fala foi o tema escolhido, no quarto encontro foram explorados os aspectos sobre a ressonância e, por fim, no quinto, a prosódia.

Em todos os encontros os participantes foram orientados a realizar os exercícios em casa diariamente, três vezes ao dia. Também foi solicitado para que, nesse momento, eles registrassem suas sensações relacionadas à voz. Cada participante deveria comparar sua emissão nos momentos pré e pós-exercício e assinalar sua percepção referente ao conforto fonatório dando uma nota de 0 a 10, sendo que 0 correspondia ao menor conforto e 10, ao maior, fazendo tal anotação numa folha de registro.

No último encontro foram também retomados os pontos mais importantes do processo sendo dado um espaço para que os participantes pudessem relatar suas percepções e observações sobre o que foi vivenciado.

Considerando uma divisão didática das estratégias, o Quadro 1 relaciona os exercícios selecionados com base na literatura para o trabalho com os subsistemas da produção da voz, assim como seus respectivos objetivos<sup>20,23</sup>.

Quadro 1. Descrição dos procedimentos da proposta "Sua voz, seu jeito"

#### **ENCONTRO 1 - RESPIRAÇÃO**

#### Objetivos

- Promover respiração ampla e completa
- Propiciar coordenação respiratória, com retomadas de ar nas pausas respiratórias

#### **Exercícios**

- Posicionamento de mãos em região de costelas e abdome e realização de inspiração e expiração profundas 5 repetições
  - Técnica de movimentos cervicais e de rotação de ombros 5x para cada lado
- Inspiração segurar o ar durante 3 seg. expiração com emissão de som fricativo [z] aumento gradativo do tempo de expiração a cada repetição (6, 9, 12 seg.) 8 repetições
- Inspiração segurar o ar durante 3 seg. expiração com emissão de som fricativo [s] aumento gradativo do tempo de expiração a cada repetição (6, 9, 12 seg.) 8 repetições
- Repetição de automatismos como números, meses do ano e leitura em voz alta, com realização de pausas para retomada de ar em lugares previamente estabelecidos

#### **ENCONTRO 2 – FONAÇÃO**

#### **Objetivos**

- Interação fonte-filtro
- Economia vocal: máximo rendimento com mínimo esforço

#### Exercícios

- Firmeza glótica
- . tom habitual 10 seg. 10 repetições
- . com modulação 10 repetições
- Técnica de sopro sonorizado
- . tom habitual 10 seg. 10 repetições
- Técnica de sons vibrantes de lábios ou língua
- . tom habitual 10 seg. 10 repetições
- . com modulação 10 repetições
- Trato vocal semi-ocluído com a utilização de canudinho plástico de alta resistência<sup>24</sup>(exercício proposto apenas na modalidade presencial)
  - . tom habitual 10 seg. 10 repetições
  - . com modulação 10 repetições

#### **ENCONTRO 3 – ARTICULAÇÃO DOS SONS DA FALA**

#### **Objetivos**

- Favorecer a abertura vertical de boca, precisão e agilidade articulatórias

#### Exercícios

- Vibratório de lábios ou língua com modulação de graves e agudos 10 repetições
- Técnica do bocejo-suspiro 10 repetições
- Técnica de rotação de língua no vestíbulo bucal associada ou não a técnica de sons nasais 5 repetições para cada lado
  - Técnica mastigatória 1 minuto
  - Repetição de sequências silábicas (PA-TA-CA/ PRA-TRA-CRA/ PLA-TLA- CLA) com todas as vogais

#### **ENCONTRO 4 – RESSONÂNCIA**

#### **Objetivos:**

- Possibilitar a ressonância equilibrada e voz ressoante na face

#### **Exercícios:**

- Emissão de som nasal [m] mastigado 5 repetições
- Emissão de som nasal [m] com modulação 5 repetições
- Emissão de som nasal [m] mastigado associado ao som [i] 2 repetições
- Técnica de sopro sonorizado associado as vogais a, e, i, o, u
- Técnica do bocejo-suspiro 10 repetições
- Vibratório de lábios com modulação 10 repetições
- Técnica da Voz Salmodiada (meses do ano/dias da semana)
- Leitura oral de pequenos textos com a utilização do padrão equilibrado de ressonância

#### **ENCONTRO 5 – PROSÓDIA**

#### **Objetivos**

- Incentivar o uso da modulação rica, de acordo com a mensagem do discurso

#### **Exercícios**

- Leitura em voz alta de pequenos textos
- Leitura oral de frases e textos com diferentes entoações, padrões de ênfase e modulação, transmitindo intenções variadas

#### Considerações finais

De forma geral, a proposta tem se mostrado eficiente na direção de promover a auto-observação e compreensão dos mecanismos envolvidos na produção vocal. Apesar de serem apenas cinco encontros, o que totaliza em torno de sete horas e meia, o compromisso para a realização dos exercícios em casa e o acompanhamento semanal dessa prática, por meio dos registros do conforto fonatório pelos participantes, favorece o aumento gradual da propriocepção dos aspectos trabalhados<sup>11</sup>.

Por meio da prática de estratégias de aperfeiçoamento da voz, os participantes experimentam diferentes modos de se expressar e podem transferir algumas das habilidades executadas de maneira isolada nos exercícios para atividades de fala encadeada e situações espontâneas de comunicação oral.

É comum os participantes trazerem relatos que confirmam esta questão: num dos encontros, uma participante relatou, com muita satisfação, que o êxito alcançado em uma reunião de trabalho com seu superior aconteceu graças a um ajuste vocal mais adequado para aquela situação, com a utilização de uma voz e uma comunicação mais firmes e seguras, aspectos esses trabalhados e percebidos por ela no decorrer da oficina.

Detalharemos a seguir alguns pontos que merecem nossa atenção, quando formos planejar esta oficina para outros grupos, e a do leitor interessado em colocar em prática a experiência ora proposta, ou outra similar.

- Potência do trabalho em grupo: ele se constitui como um espaço de troca e gera maior motivação e envolvimento entre os participantes Além do mais, por ser uma proposta voltada ao desenvolvimento da comunicação oral, nada mais coerente do que isso ser exercitado em grupo<sup>8</sup>. Tal fato pôde ser constatado em relato de outra participante da oficina. Ela percebeu que uma das colegas do grupo empregava uma modulação rica, com consequente fala flexível e expressiva, reconhecendo que este padrão era bastante diferente do seu próprio modo de usar a voz. Na sequência, buscou experimentar novos ajustes identificando, dentre as características de sua voz, suas possibilidades e limitações.
- Aplicação para alinhar os participantes antes de dar início a outras ações fonoaudiológicas com profissionais da voz: uma vez observada a efetividade da intervenção para os objetivos inicialmente considerados, surgiram novas possibilidades de realização da proposta. Uma delas, testada com sucesso, foi a sua aplicação em um grupo de condicionamento vocal e respiratório de profissionais da voz¹¹. Frente às diferentes demandas de cada indivíduo, viu-se a necessidade de calibrar o grupo antes do início do trabalho e, para isso, o programa "Sua voz, seu jeito" foi proposto como uma atividade preparatória dos participantes, sendo observados os efeitos positivos para buscar um novo objetivo. Outra possibilidade será experimentada num trabalho de aperfeiçoamento vocal de professores universitários. Os desafios, desta vez, serão adaptar a proposta para um maior número de participantes por grupo (até seis) e manter a modalidade online síncrona ou híbrida (que possa mesclar os formatos presencial e virtual), uma vez que ela acontecerá no atual contexto da pandemia, com restrição de encontros presenciais para grupos. Incorporar no dia a dia da clínica fonoaudiológica o uso da tecnologia tem se mostrado bastante efetivo para a intervenção com adultos²5,26. Outra vantagem ao oferecer as oficinas no formato online síncrono seria torná-la acessível a um número maior de profissionais da voz.
- Atenção para as diferenças entre esta modalidade oficina e outras atuações do fonoaudiólogo com profissionais da voz: a experiência aqui apresentada diverge, por exemplo, de um atendimento terapêutico realizado de forma individual ou mesmo em grupo. "Sua voz, seu jeito" tem cinco encontros e, portanto, tem objetivo pré-determinado que pode ser adaptado, embora com certo limite, a diferentes grupos de profissionais da voz. O acolhimento a cada participante será sempre estabelecido, mas certamente de outra forma, considerando ser esta uma atividade em grupo e com tempo pré-estabelecido para ocorrer.

- Terminologia referente aos pilares: nossa experiência tem mostrado que, assim como para os fonoaudiólogos um mesmo aspecto pode ser mencionado de diferentes formas (por exemplo prosódia, modulação, expressividade, entre outras), também os profissionais da voz chegam com entendimento e nomeação distintos sobre os parâmetros trabalhados<sup>27</sup>. A realização da oficina permite uniformizar a terminologia, mostrando que um mesmo termo pode ser denominado de outras formas. Explicitar terminologia associada ao conteúdo que estamos nos referindo é importante para que o grupo consiga caminhar, falando uma "mesma língua".
- Realização das tarefas dadas para serem feitas durante a semana: nas experiências com a oficina "Sua voz, seu jeito" e mesmo no programa Condicionamento Vocal e Respiratório tivemos adesão diferente por parte dos participantes<sup>11</sup>. Podemos destacar que quando as ações foram realizadas de forma presencial, o fato de terem que entregar no dia do encontro o registro feito durante a semana, pareceu envolver de forma mais efetiva os participantes, comprometendo todos eles. Tal fato não foi observado quando a proposta foi realizada de forma remota. Interessante, porém, salientar que, mesmo não tendo realizado a tarefa, os participantes mostraram-se motivados e interessados em seguir na oficina, talvez por perceberem o compromisso assumido junto ao grupo, no início da proposta. Cabe destacar que embora alguns não fizessem os exercícios solicitados, sempre traziam novas observações sobre sua voz ou comunicação, evidenciando que o encontro propiciou a atenção à autopercepção, fato esse positivo por ser o primeiro passo para que mudanças possam ser feitas.
- Necessidade constante de explicitar o objetivo da oficina: apesar de a proposta ser de auto-observação e compreensão dos mecanismos envolvidos na produção vocal, alguns participantes ainda relatam o desejo de eliminação total das queixas e resolução de problemas de voz e/ou comunicação nas devolutivas ao final do processo. Na nossa experiência, orientamos a repetir a cada encontro o objetivo da oficina e ao final, se constatada a necessidade de dar seguimento à intervenção, sugerir um atendimento individual ou mesmo a formação de um novo grupo para desenvolver um trabalho com uma abordagem mais específica.
- Avaliação da expressividade oral: a forma de avaliar os aspectos inerentes à expressividade ainda é controversa e merece discussão, desde a escolha do melhor procedimento para coleta de dados (fala espontânea? leitura? interpretação oral de texto?) até quais parâmetros devem ser destacados. A literatura aponta esta dificuldade e propõe um roteiro para observação desses parâmetros, que aos poucos começa a ser introduzido como prática<sup>16</sup>.

Certamente, novas oportunidades surgirão para a aplicação da oficina "Sua voz, seu jeito". Portanto, os desafios continuam! A observação cuidadosa dos participantes e do funcionamento dos grupos ainda traz questões para a reflexão e a necessidade de ajustes constantes sem, contudo, perder o objetivo inicial da oficina nem mudar a base da sua estrutura.

O desafio maior, sem dúvida, está em conciliar o tempo para acolher as observações e dificuldades dos participantes, e apresentar a proposta planejada para aquele determinado encontro. Se, por um lado, o fonoaudiólogo que conduz o grupo precisa cumprir as etapas pré-estabelecidas da oficina dentro de determinado cronograma, por outro, é ele quem também deve proporcionar o espaço de apoio e troca que apenas o trabalho em grupo pode oferecer. Ou seja, o fonoaudiólogo que faz opção por uma atuação como a aqui apresentada tem que conviver com o constante controle entre o tempo do encontro e as demandas dos participantes, oferecendo oportunidade de participação para todos e, ao mesmo tempo, buscando apresentar o conteúdo estabelecido para o dia em questão.

Sendo assim, a efetividade de uma proposta como esta também dependerá da habilidade do profissional que a dirige em encontrar a justa medida entre a aplicação das estratégias de trabalho e a manutenção dos momentos preciosos de escuta e diálogo.

#### Referências

- 1. Mello EBS. Educação da Voz Falada. Rio de Janeiro: Editora Gernasa; 1972.
- 2. Soares RMF, Piccolotto L. Técnicas de impostação e comunicação oral. São Paulo: Loyola;1977.
- 3. Ghirardi ACAM, Ferreira LP. Oficinas de voz: reflexão sobre a prática fonoaudiológica. Distúrb Comun. 2010;22(2):169-75.
- 4. Neiva TMA, Gama ACC, Teixeira LC. Expressividade vocal e corporal para falar bem no telejornalismo: resultados de treinamento. Rev. CEFAC. 2016;18(2):498-507. https://doi.org/10.1590/1982-021620161829415
- 5. Borrego MCM. Proposta de atuação fonoaudiológica para estudantes de comunicação: Efeitos de dois tipos de treinamento [Tese de doutorado]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo UNIFESP Escola Paulista de Medicina EPM; 2017.
- 6. Rodero E, Diasz-Rodriguez C, Larrea O. A training model for improving journalists voice. J Voice. 2018;32:386.e11-386.e19. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.05.006">https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.05.006</a>
- 7. Lira AAM, Marchand DLP, Carvalho LSR, Cassol M. Efeito de um programa de aprimoramento das habilidades de comunicação oral na ansiedade e no estresse autorreferidos. Audiol Commun Res. 2021;26:e2545. https://doi.org/10.1590/2317-6431-2021-2545
- 8. Vilela FCA, Ferreira LP. Voz na clínica fonoaudiológica: grupo terapêutico como possibilidade. Distúrb Comum. 2006;18(2):235-243
- 9. Law T, Lee KYS, Ho FNY, Vlantis AC, Van Hasselt AC, Tong MCF. The effectivenessofgroupvoicetherapy: a groupclimate perspective. J Voice. 2012;26(2):e41-e48.https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.12.003
- 10. Vaiano T, Badaró F. Fisiologia do exercício na clínica vocal. In: Lopes L, Moreti F, Ribeiro LL, Pereira EC (organizadores). Fundamentos e Atualidades em Voz Clínica. Rio de Janeiro: Thieme Revinter; 2019.
- 11. Ferreira LP, Borrego MCM, Silva AA, Santos TP, Silva MZ, Zuleta PPB, Escorcio R. Programa condicionamento vocal e respiratório (CVR): proposta de intervenção para profissionais da voz. Distúrb Comum. 2021;33(2):357-364.https://doi.org/10.23925/2176-2724.2021v33i2p357-364
- 12. Goulart BGN de, Rocha JG da, Chiari BM. Intervenção fonoaudiológica e grupo a cantores populares: estudo prospectivo controlado. J Soc Bras Fonoaudiol.2012;24(1):7-18https://doi.org/10.1590/S2179 64912012000100004
- 13. Simões-Zenari M, Cota AR, Rodrigues DA, Nemr K. Do Professionals Who Use the Voice in a Journalistic Context Benefit from Humming as a Semi-occluded Vocal Tract Exercise? J Voice. 2021. in press. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.03.011">https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.03.011</a>
- 14. Behlau M, Moreti F, Pecoraro G. Condicionamento vocal individualizado para profissionais da voz cantada relato de casos. Rev. CEFAC. 2014; 16(5):1713-1722.https://doi.org/10.1590/1982-021620147113
- 15. Borrego MCM, Behlau M. Mapeamento do eixo condutor da prática fonoaudiológica em expressividade verbal no trabalho de competência comunicativa. CoDAS. 2018;30(6): e20180054.https://doi.org/10.1590/2317-1782/20182018054
- 16. Santos TD, Ferreira LP. Expressividade do profissional da voz: processo de construção de um roteiro fonoaudiológico de observação. CoDAS 2020;32(2):e20190121.https://doi.org/10.1590/2317-1782/20192019121
- 17. Marchesan IQ, Silva HJ, Tomé MC. Tratado de Especialidades em Fonoaudiologia. São Paulo: Editora Roca, 2014.
- 18. Sundberg J. Ciência Vocal. São Paulo: Edusp, 2018.
- 19. Cielo CA, Hoffmann CF, Scherer T, Christmann MK. Tipo e modo respiratório de futuros profissionais da voz. Rev Saúde (Santa Maria).2013; 34(1): 121-130. <a href="https://doi.org/10.5902/223658346930">https://doi.org/10.5902/223658346930</a>
- 20. Behlau M, Pontes P, Vieira VP, Yamasaki R, Madazio G. Apresentação do programa integral de reabilitação vocal para o tratamento das disfonias comportamentais. CoDAS.2013;25(5):492-6.https://doi.org/10.1590/S2317-17822013000500015
- 21. Pereira EC, Silvério KCA, Marques JM, Camargo PAM. Efeito imediato de técnicas vocais em mulheres sem queixa vocal. Rev CEFAC. 2011; 13(5):886-894 https://doi.org/10.1590/S1516-18462011005000061
- 22. Constantini AC. Mudanças na estruturação prosódica de texto jornalístico antes e após intervenção fonoaudiológica. Journalof Speech Scienses. 2012; 2(2):23-42.
- 23. Behlau M, Madazio G, Feijó D, Azevedo R, Gielow I, Rehder MI. Aperfeiçoamento vocal e tratamento fonoaudiológico das disfonias. In: Behlau M, organizador. Voz: o livro do especialista. Rio de Janeiro: Revinter; 2005. v.2, p.409-564.
- 24. Paes SM, Behlau M. Efeito do tempo de realização do exercício de canudo de alta resistência em mulheres disfônicas e não disfônicas. CoDAS. 2017;29(1):e20160048. https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172016048
- 25. Dimer NA, Canto-Soares N, Santos-Teixeira L, Goulart BNG. Pandemia do COVID-19 e implementação de telefonoaudiologia para pacientes em domicílio: relato de experiência. CoDAS 2020;32(3). https://doi.org/10.1590/2317-1782/20192020144
- 26. Queiroz MRG, Pernambuco LA, Leão RLS, Lucena JA. Terapia vocal no contexto da Telefonoaudiologia em pacientes disfônicos: revisão integrativa. Audiol Commun Res. 2021;26:e2534.https://doi.org/10.1590/2317-6431-2021-2534
- 27. Viola IC, Ghirardi ACMA, Ferreira LP. Expressividade no rádio: a prática fonoaudiológica em questão. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2011;16(1):64-72. https://doi.org/10.1590/S1516-80342011000100013

Esta obra traça um panorama detalhado da pesquisa inovadora realizada no âmbito do Grupo de Pesquisa em Estudos sobre a Fala (GeFALA) e do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da PUCSP. Os autores exploram as várias facetas da Fonética Clínica, resultante da intersecção da Fonética com a clínica fonoaudiológica. Os trabalhos mostram como essa área lida com questões de fala, voz, motricidade orofacial, audição e disfagia, envolvendo inclusive sujeitos com deficiência auditiva e com sequelas de tratamento oncológico. A obra exibe os frutos de uma longa jornada de valorização da ciência, sempre apoiada no rigor acadêmico, na sólida formação e aperfeiçoamento de estudantes e pesquisadores. Os trabalhos são prova da importância fundamental do fomento à pesquisa, o qual torna possível a realização dos projetos que levam a descobertas que vão trazer melhor qualidade de vida para a população. O leitor vai encontrar trabalhos afinados com preocupações contemporâneas da ciência, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas e a Ciência Aberta, os quais norteiam a missão e o plano estratégico do LAEL. Em um ambiente cada vez mais competitivo por recursos de pesquisa, devemos salientar a capacidade do grupo em conseguir apoio das agências de fomento e do Programa de Incentivo à Pesquisa (PIPeq), da PUCSP. O volume é testemunho do poder de redes de pesquisa entregarem à sociedade inovação, impacto e excelência.

Prof Dr Tony Berber Sardinha

Vice-coordenador do PPG em LAEL, PUCSP; Pesquisador 1A CNPq Líder do Grupo de Estudos em Linguística de Corpus (GELC); Coordenador dos Projeto 'Portal multimodal/multilíngue para o avanço da ciência aberta nas Humanidades' (CNPq) e 'Pandemia e infodemia de COVID-19: Disseminação de discursos de informação e desinformação por meio de ecossistemas de texto e imagem' (CAPES)







