

Fonética Clínica

20 anos do LIAAC

Zuleica Camargo (Organizadora)

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



**FONÉTICA CLÍNICA
- VINTE ANOS DE LIAAC -**

**Laboratório Integrado de Análise Acústica e
Cognição**

**ZULEICA CAMARGO
(organizadora)**



Copyright © 2016 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: atendimento@pulsoeditorial.com.br
home-page: <http://www.pulsoeditorial.com.br>

Editor responsável: Vicente José Assencio Ferreira

Diagramação: Alexandre Marinho Vicente

Capa: Jayme Preto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Fonética clínica [recurso eletrônico] : vinte anos
de LIAAC / organizadora Zuleica Antonia de Camargo
- São Paulo: Do Autor, 2016.

Bibliografia.

Ebook

Vários colaboradores

ISBN: 978.85.8298.026-2

Projeto – Coletânea PUC-SP

Publicação dedicada aos 20 anos de trajetória do Laboratório
Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC/ PUC-SP).

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 PIPEQ–PUC-SP
Publicação de Livros – 2015 (proposta: 650)

e

Edital Universal – CNPq Processo: 459178/2014-8

ZULEICA CAMARGO **(organizadora)**



Fonoaudióloga, graduação pela Universidade Federal de São Paulo (EPM/UNIFESP), Especialista em Voz pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia (CFFa). Doutorado e Pós-doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (PEPG em LAEL), Mestrado em Distúrbios da Comunicação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP. Professora assistente do Departamento de Linguística da Faculdade de Filosofia, Comunicação, Letras e Artes (FAFICLA) e do Programa de Estudos Pós-graduados (PEPG) em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (LAEL) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Vice-líder do Grupo de Pesquisa de Estudos sobre a Fala (GeFALA) – CNPq do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Pesquisadora fundadora da Associação Luso-Brasileira de Ciências da Fala – LBASS. Responsável pelo Laboratório de Fala e Voz do CEFAC Saúde e Educação. Atua no campo de Comunicação Falada, desenvolvendo pesquisas com apoio de tecnologias de fala. Entre os temas abordados estão: qualidade vocal; disfonias; linguagens sonoras; análise acústica e percepção auditiva; produção e percepção de fala.

*“If speech is a gift, then unfortunately the gift is sometimes taken away,
and we should do all we can first to understand and then try to restore such a precious
facility.”*
(JOHN LAVER, 1991)

PARECERISTAS

Profa. Dra. ALINE NEVES PESSOA-ALMEIDA

(Universidade Federal do Espírito Santo – UFES)

Profa. Dra. GLÁUCIA LAÍS SALOMÃO

(*Royal Institute of Technology* – KTH, Stockholm University)

Dra. IRENE QUEIROZ MARCHESAN

(CEFAC Saúde e Educação)

Profa. Dra. KÁTIA NEMR

(Universidade de São Paulo – USP)

Profa. Ms. RENATA CHRISTINA VIEIRA

(Universidade Federal Fluminense – UFF)

Profa. Dra. SANDRA MADUREIRA

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

Revisão de texto e de normas bibliográficas:

Doutoranda Nathália dos Reis.

DEDICATÓRIA

À amada e numerosa família (de “sangue” e de “afetos”), aqui muito bem representada pelos queridos Rosa Miguel Camargo, Benedicto Camargo e João Rocca.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Sandra Madureira pela introdução e orientação nos estudos das Ciências Fonéticas e pela singular oportunidade de dividir as atividades no LIAAC – PUC-SP e no Grupo de Estudos de Pesquisas sobre a Fala (GeFALA).

À Profa Dra Léslie Piccolotto Ferreira por ter propiciado os encontros aqui relatados, ao me apresentar à Profa. Sandra Madureira, ainda no início do mestrado e, especialmente, pelo incentivo a enveredar pelos campos da Fonética.

Ao Prof. Dr. Plínio Barbosa, pela constante interlocução, colaboração e incentivo.

À Dra. Irene Marchesan por sempre estimular a abordagem de questões da prática clínica.

À Nathalia dos Reis, pela assessoria constante na revisão dos conteúdos e normas.

À Maria de Fátima Albuquerque Silva, pela colaboração.

Ao Jayme Preto, pelo suporte em informática e ilustrações.

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

Aos nossos parceiros de pesquisas, em instituições nacionais e internacionais, por reforçarem os vínculos de colaboração e de intercâmbio. A lista seria por demais extensa para citar nominalmente cada um destes representantes.

À PUC-SP, pelo incentivo via edital PIPEQ – publicação de livros.

Finalmente, a todos os colaboradores e pareceristas, pela disponibilidade em acolher a proposta da coletânea.

AUTORES E COLABORADORES

ADRIANO NAMO CURY

Médico Endocrinologista. Doutor em Ciências da Saúde pela Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo. Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo e da Pós-graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo.

ALINE N. PESSOA-ALMEIDA

Fonoaudióloga. Doutora em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professora do departamento de Fonoaudiologia do Centro de Ciências da Saúde (CCS) – Hospital das Clínicas HUCAM da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

ANDRÉA BALDI DE FREITAS

Fonoaudióloga. Mestre e Doutoranda em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

BEATRIZ CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE CAIUBY NOVAES

Fonoaudióloga. Doutora em Audiologia pela *Columbia University*. Professora titular do departamento de Clínica Fonoaudiológica e Fisioterápica e do Programa de Estudos Pós-graduados em Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Superintendente da Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC).

CRISTIANE MAGACHO COELHO

Fonoaudióloga. Doutoranda em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professora dos cursos de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Estácio de Sá - RJ.

DANIEL COUTO GATTI

Cientista da Computação. Doutor em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professor assistente do departamento de Computação da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

JOHN PAUL HEMPEL LIMA

Engenheiro elétrico. Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (USP). Professor assistente do Departamento de Engenharia da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

JULIO ARAKAKI

Engenheiro elétrico. Doutor em Engenharia Mecatrônica e Sistemas Mecânicos da escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Professor assistente do departamento de Computação da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

LILIAN CRISTINA KUHN PEREIRA

Fonoaudióloga. Mestre e Doutora em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Pesquisadora de Pós-doutorado vinculada ao Programa de Estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (PEPG em LAEL) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

LUCIANA REGINA DE OLIVEIRA

Fonoaudióloga. Mestre em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Fonoaudióloga e professora do CEFAC Saúde e Educação.

LUISA BARZAGHI

Fonoaudióloga. Doutora em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professora assistente do Departamento de Clínica Fonoaudiológica e Fisioterápica da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde (FaCHS) da PUC-SP e do Centro Audição na Criança (CeAC) – Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC).

JOSÉ FERNANDES FILHO

Licenciado em Educação Física. Doutor em Educação Física pelo Instituto de Investigação Científica de Cultura Física e Esportes da Rússia. Professor associado da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e pesquisador do Laboratório de Biociências do Movimento Humano – LABIMH – HUCFF da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

LUIZ CARLOS RUSILO

Engenheiro de Minas. Doutorado em Engenharia Mineral pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Professor adjunto do Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Alfenas (Unifal).

MARIA FABIANA BONFIM DE LIMA-SILVA

Fonoaudióloga. Doutora em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Pesquisadora de Pós-doutorado vinculada ao Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (PEPG em LAEL) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professora Adjunta do departamento de Fonoaudiologia – Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

MARIO MADUREIRA FONTES

Cientista da Computação. Mestre e Doutorando em Tecnologias da Inteligência e *Design* Digital pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professor auxiliar do Departamento de Computação da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

NATHÁLIA DOS REIS

Fonoaudióloga. Mestre em Ciências Médicas pelo Programa de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP-RP). Doutoranda em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

OSMAR MONTE

Médico. Endocrinologista. Doutor em Medicina (Clínica Médica) pela Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo. Vice-Diretor da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo.

PERPETUA COUTINHO GOMES

Fonoaudióloga egressa do curso de Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Fonoaudióloga do Núcleo de Apoio à Saúde da Família – Ermelino Matarazzo.

ROBERTA ISOLAN-CURY

Fonoaudióloga. Doutora em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).

SANDRA MADUREIRA

Foneticista. Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) e Pós-doutorado pela UNICAMP. Professora titular do Departamento de Linguística da Faculdade de Filosofia, Comunicação, Letras e Artes (FAFICLA) e do Programa de Estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (PEPG em LAEL) da PUC-SP.

THAMIRES DE FREITAS

Fonoaudióloga egressa do curso de Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Fonoaudióloga do Instituto da Criança do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP).

PREFÁCIO (Celebrando parcerias)

Foi com muito prazer que recebi o convite para prefaciar a publicação intitulada “FONÉTICA CLÍNICA: VINTE ANOS DE LIAAC”!!!

Este material, em seus doze capítulos, resgata os 20 anos de atividades científicas, acadêmicas e de formação de um número expressivo de cientistas da fala, que passaram pelo Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), sob a tutela das professoras Zuleica Camargo e Sandra Madureira!

Parabenizo a iniciativa até porque consegue resgatar o pioneirismo da PUC-SP nessa área, que incorporou o ensino da Fonética Acústica em cursos de graduação nas áreas de Letras e da Fonoaudiologia.

Percebe-se que as pesquisas selecionadas para publicação deste volume representam as tendências concretizadas ao longo desse período. Na introdução, o primeiro capítulo, de autoria da responsável pela organização (Profa. Zuleica), acompanhada pela Profa. Sandra, explicita essa trajetória marcada predominantemente pela interdisciplinaridade e pelo respaldo teórico em modelos dinâmicos de fala.

Na sequência outros onze capítulos estão divididos em duas partes: na primeira, denominada ESTUDOS COM POPULAÇÕES ESPECÍFICAS DE FALANTES, são descritas particularidades de diferentes populações (sujeitos acometidos por acromegalia, laringectomia total, deficiência auditiva, alteração respiratória, de voz ou tipologia facial); e na segunda, NOVAS PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS E INCORPORAÇÃO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS DE FALA, são exemplificados novos procedimentos de estudo e pesquisa na área (recursos tecnológicos utilizados no diagnóstico, prevenção e terapia dos distúrbios da fala e audição; análise multi-instrumental de fala, a partir de ultrassonografia da postura de língua, análise fonético-acústica e perceptiva (roteiro VPAS-PB); construção de um *game* para a avaliação da percepção de fala; e inserção da dermatoglifia no estudo da qualidade vocal).

Os autores são pesquisadores, ex-pesquisadores e colaboradores de várias faculdades da PUC-SP, em seus vários níveis de pesquisa acadêmica (desde a graduação até o pós-doutorado). Cabe destacar, porém, que alguns desses egressos neste momento estão inseridos em diferentes universidades, sendo hoje multiplicadores da abordagem integrada da fala preconizada pelo LIAAC.

Ao finalizar, dois pontos a destacar: primeiro, lembrar que certamente este material servirá de respaldo para todos os que estudam e pesquisam os aspectos referentes à Fonética Clínica; e segundo, que foi com certo saudosismo que percebi que esse tempo (20 anos) coincide com a finalização da dissertação de mestrado da Profa. Dra. Zuleica, a qual tive o prazer de orientar, e que foi um marco na sua trajetória como pesquisadora, assim como da minha participação na banca de Concurso da Profa. Sandra, momento em que foi possível dar início à aproximação de nossos estudos e pesquisas... Pelo menos fica a certeza de que nesse tempo muito foi feito por conta dessa parceria e a esperança de que esta se perpetue por mais 20 anos (no mínimo...).

Profa. Dra. Leslie Piccolotto Ferreira (PUC-SP)

Fonoaudióloga. Professora titular do Departamento de Fundamentos da Fonoaudiologia e Fisioterapia da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde – FaCHS, Programa de Estudos Pós-graduados em Fonoaudiologia

Sumário

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O ENCONTRO DA FONÉTICA E DA FONOAUDIOLOGIA: VINTE ANOS DE INVESTIGAÇÕES EM FONÉTICA CLÍNICA NO LIAAC

Zuleica Camargo
Sandra Madureira 17

PARTE 1 – ESTUDOS COM POPULAÇÕES ESPECÍFICAS DE FALANTES 19

CAPÍTULO 2

QUALIDADE VOCAL E ACROMEGALIA: DADOS DO TRATO VOCAL

Roberta Isolan-Cury
Nilza Scalissi
Osmar Monte
Adriano Namó Cury
Zuleica Camargo
Andréa Baldi de Freitas 33

CAPÍTULO 3

DADOS DO CONTRASTE FÔNICO DE VOZEAMENTO NA FALA DE LARINGECTOMIZADOS TOTAIS QUE USAM PRÓTESE TRAQUEOESFÁGICA

Nathália dos Reis
Zuleica Camargo 59

CAPÍTULO 4

DADOS PERCEPTIVO-AUDITIVOS E ACÚSTICOS COMO INDICADORES PROSÓDICOS DA FALA EM CRIANÇA COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA

Aline Neves Pessoa-Almeida
Beatriz Cavalcante Caiuby Novaes
Zuleica Camargo 81

CAPÍTULO 5

ANÁLISE ACÚSTICA COMPARATIVA DAS VOGAIS ORAIS ENTRE CRIANÇAS RESPIRADORAS ORAIS E NASAIS

Luciana Regina de Oliveira

Zuleica Camargo 105

CAPÍTULO 6

RESPIRAÇÃO ORAL NA INFÂNCIA: PARÂMETROS PERCEPTIVO-AUDITIVOS E ACÚSTICOS DE QUALIDADE VOCAL

Perpetua Coutinho Gomes

Luciana Regina de Oliveira

Zuleica Camargo 121

CAPÍTULO 7

AJUSTES DE QUALIDADE VOCAL NOS TIPOS FACIAIS: ANÁLISE PERCEPTIVO-AUDITIVA E ACÚSTICA

Thamires de Freitas

Luciana Regina de Oliveira

Zuleica Camargo 129

CAPÍTULO 8

PERFIL VOCAL DE PROFESSORES: ANÁLISE INTEGRADA DE DADOS DE PERCEPÇÃO E ACÚSTICA

Maria Fabiana Bonfim de Lima-Silva

Sandra Madureira

Luiz Carlos Rusilo

Zuleica Camargo 141

PARTE 2 – NOVAS PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS E INCORPORACAO DE RECURSOS TECNOLOGICOS DE FALA

CAPÍTULO 9

RECURSOS TECNOLÓGICOS NA ÁREA DA FALA E AUDIÇÃO: REVISÃO

John Paul Hempel Lima

Julio Arakaki

Daniel Couto Gatti 167

CAPÍTULO 10

PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO MULTI-INSTRUMENTAL DA FALA DE SUJEITOS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA: ANÁLISES ACÚSTICA, PERCEPTIVA E ULTRASSONOGRÁFICA

Lilian Cristina Kuhn Pereira

Sandra Madureira

Zuleica Camargo

John Paul Hempel Lima 183

CAPÍTULO 11

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO AUDITIVA DE SONS DE FALA

Luisa Barzaghi

Mário Madureira Fontes

Lilian Cristina Kuhn Pereira 197

CAPÍTULO 12

DERMATOGLIFIA E QUALIDADE VOCAL

Cristiane Magacho Coelho

José Fernandes Filho

Zuleica Camargo 211

ANEXO 1

MATERIAL INSTRUTIVO PARA USO DO ROTEIRO VOCAL PROFILE ANALYSIS SCHEME PARA O PORTUGUÊS BRASILEIRO (VPAS-PB)

Zuleica Camargo

Sandra Madureira 225

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O ENCONTRO DA FONÉTICA E DA FONOAUDIOLOGIA: VINTE ANOS DE INVESTIGAÇÕES EM FONÉTICA CLÍNICA NO LIAAC

Zuleica Camargo
Sandra Madureira

Resumo

A publicação resgata a trajetória do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) nos últimos anos em termos das descrições da fala e voz em ambiente clínico, gradativamente caminhando para a incorporação e o desenvolvimento de recursos tecnológicos da fala, que representam uma de nossas linhas de atuação. Tal trajetória sustenta-se pela característica inerente dos estudos da fala: a interdisciplinaridade e o respaldo teórico em modelos dinâmicos de fala.

Descritores: Fonética; Acústica da Fala; Percepção Auditiva; Reabilitação dos Transtornos da Linguagem e da Fala; Desenvolvimento Tecnológico

O encontro da Fonética e da Fonoaudiologia: vinte anos de investigações em Fonética Clínica no LIAAC

Esta publicação destina-se a oferecer uma coletânea representativa de duas décadas de trajetória de um dos campos investigados nas pesquisas desenvolvidas no Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da Pontifícia Universidade de São Paulo (PUC-SP), o campo das descrições da fala e voz em ambiente clínico. O lançamento também coincide com outra data festiva, os 70 anos da PUC-SP.

O LIAAC representa o fruto dos projetos e do trabalho voltado à incorporação do referencial fonético-acústico na leitura de dados de percepção e de produção da fala na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, de iniciativa da Profa. Dra. Sandra Madureira. Tendo iniciado suas atividades em 1995, conta atualmente com o engajamento de profissionais de diversos campos de conhecimento, num trabalho multidisciplinar nas Ciências da Fala: foneticistas, fonoaudiólogos, engenheiros, cientistas da computação, físicos, médicos, profissionais de comunicação e multimeios, músicos, cantores, professores de canto e professores de línguas.

Ao longo do período de funcionamento, o LIAAC concentrou suas atividades na formação em Fonética, abrigando atividades que se estendem desde o primeiro ano de graduação até o âmbito da Pós-graduação. Nesse universo, figuram atividades de natureza teórico-prática voltadas à exploração da interface entre a produção e a percepção da fala para os mais diversos níveis de atividade acadêmica. As atividades científicas são incrementadas pela orientação e o desenvolvimento de trabalhos de iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso (TCCs), monografias de cursos de especialização (junto à Coordenadoria Geral de Especialização, Aperfeiçoamento e Extensão – COGEAE da PUC-SP), mestrado e doutorado de diversos programas da Universidade, especialmente o Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (PEPG em LAEL).

Retomando o foco desta publicação, o Grupo de Estudos sobre a Fala (GeFALA) foi formado em 1995. Ao longo dos anos foi ampliando o escopo de suas investigações sobre a fala, incorporando variados instrumentais de análise. As pesquisas produzidas no LIAAC e no GeFALA pautam-se pela “relação entre produção e percepção da fala, considerada por variados meios de investigação instrumental em Fonética e Fonologia e de modelos de natureza dinâmica, aplicados ao estudo das características segmentais e prosódicas da fala com e sem alteração, qualidades de voz, estilos de fala, fonotaxe, expressividade oral, aquisição de língua materna, aquisição de língua estrangeira, bilinguismo e ensino e aprendizado de línguas estrangeiras” <http://www.pucsp.br/liaac/>

As pesquisas selecionadas para publicação deste volume representam as tendências esboçadas e concretizadas ao longo de 20 anos de atividades científicas, acadêmicas e de formação de um número expressivo de cientistas da fala. Foi eleito o tópico da Fonética Clínica, justamente por concretizar uma parceira profícua entre departamentos e grupos de pesquisa da PUC-SP, essencialmente concentrados na Faculdade de Filosofia, Comunicação, Letras e Artes (FAFICLA), na Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde (FaCHS), na Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (FCET) e na Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC). Tal parceria firmou-se ao longo das últimas décadas de atuação nos cursos de graduação em Fonoaudiologia, Letras, Engenharia Biomédica e Comunicação e Multimeios e avança pelos programas de Pós Graduação em LAEL e em Fonoaudiologia.

A divisão da coletânea em duas partes ilustra a trajetória do grupo: da descrição acústica e eletroglotográfica de particularidades da fala de populações, em direção à proposição de novas metodologias de estudos e à incorporação de procedimentos advindos dos recursos tecnológicos, tais como a ultrassonografia e a dermatoglifia, além do desenvolvimento de aplicativos para avaliação e terapia de fala. Sendo assim, a publicação ilustra algumas das descrições de grupos de falantes que caracterizam a originalidade da publicação acadêmica do grupo, situando-o como pioneiro em abordagens integradas de aspectos perceptivos e acústicos da fala com e sem alterações.

Os autores são pesquisadores, ex-pesquisadores e colaboradores de várias faculdades da PUC-SP, em seus vários níveis de pesquisa acadêmica: desde a graduação até o pós doutorado. Alguns dos egressos já representam aqui universidades ao redor do país e são hoje multiplicadores da abordagem integrada e dinâmica da fala preconizada no LIAAC (GREGIO et al., 2006).

Num breve relato pelas duas décadas de vida do LIAAC, destacamos que se iniciou com a exploração do modelo fonético de qualidade de voz proposto por Laver (1980) na investigação conduzida na tese de doutorado defendida por Sandra Madureira em 1992 e continuada nos trabalhos nos quais os efeitos expressivos da qualidade vocal são explorados conforme relato no e-book intitulado “Sonoridades” organizado por Sandra Madureira em 2016. Especificamente no campo da Fonética Clínica, a investigação com base no modelo fonético de qualidade de voz inicia-se na tese de doutoramento de Zuleica Camargo defendida em 2002. A avaliação da qualidade vocal com motivação fonética e o uso do roteiro conhecido como *Vocal Profile Analysis Scheme (VPAS)* passam a caracterizar um diferencial nos trabalhos do grupo, especialmente pelo intercâmbio com a *Queen Margaret University (QMU- Reino Unido)* e a colaboração da Profa Janet Mackenzie-Beck, que nos estimulou a adaptar a versão do roteiro *VPAS* para o português, referido como *VPAS-PB* (CAMARGO; MADUREIRA, 2008).

Retomando o relato das pesquisas de qualidade vocal desde a década de 90, Almeida (1996) apresentou, em pesquisa de iniciação científica, a análise de qualidade vocal de um sujeito disfônico a partir da abordagem fonética, dando prosseguimento à exploração de dados de um grupo de indivíduos disfônicos investigado por Camargo (2002), em sua tese de doutorado, com detalhamento de dados perceptivos (*VPAS*), acústicos (de curto e de longo termo) e fisiológicos (laringoscopia com videoestroboscopia e videoquimografia, além da eletroglotografia - EGG).

Na fase de desenvolvimento dos estudos dos distúrbios da qualidade vocal, foram produzidas pesquisas que exploraram a questão da aperiodicidade do som e de suas relações com a percepção dos distúrbios vocais (SARKOVAS, 1999; BAZZO, 2000; GOBBI, 2000; GREGIO, 2000; VASCONCELOS, 2000; ANGELINI; NAGASSE, 2004).

Com respeito aos grupos com disfonia, e demais alterações das funções exercidas no complexo anátomo-funcional da cabeça e do pescoço, Andrade (2000), em TCC, abordou a relação entre qualidade vocal e disfagia. Cukier (2006) apresentou, em dissertação de mestrado, dados perceptivos (*VPAS*), acústicos (de curto e de longo termo) e fisiológicos (EGG) da qualidade vocal de indivíduos asmáticos com disfunção paradoxal de pregas vocais. Alves (2006), também explorou dados da mesma população, em trabalho de iniciação científica, com análise acústica do contraste de vozeamento e teste de percepção.

A análise da voz de professores no ambiente da escola foi explorada por Lima-Silva (2012) e Gama (2013). A primeira, em tese de doutorado, explorou a voz de professores com

queixa vocal e alteração laríngea, por meio de análises perceptiva (VPAS-PB) e acústica. A última, em trabalho de pós doutorado, explorou dados perceptivos e acústicos de amostras vocais coletadas antes e após atividade letiva.

Ainda com o foco em integração de funções vitais (respiração e deglutição) e fala/voz, Andrade (2004), em dissertação de mestrado, explorou as relações entre qualidade vocal e disfagia após Acidente Vascular Encefálico (AVE). Na mesma população, Vasconcelos (2003) apresentou, em dissertação de mestrado, um estudo de caso sobre aspectos de fala (entoacionais). Anteriormente, explorações da fala de afásicos foram conduzidas por Almeida (1995) e Silva (1995), em pesquisas de iniciação científica.

Dedicando-se a outra população em destaque nos estudos clínicos no ambiente do LIAAC, Barzaghi-Ficker (2003) e Mendes (2003) apresentaram, em teses de doutorado, as respectivas abordagens de sons consonantais e vocálicos por falantes com deficiência auditiva. O diferencial dos trabalhos reside justamente na perspectiva dinâmica, que contempla a interface entre a produção e a percepção de fala. Tais estudos também celebram uma parceria com a DERDIC, que é vigente e prosseguiu em trabalhos como Peralta (2005), Barbosa (2006), Malt (2006) e Pereira (2007).

Ainda no contexto da deficiência auditiva, Cukier (2000) e Peralta (2005) apresentaram, em TCCs, análises de dados acústicos e perceptivos da qualidade vocal de crianças com deficiência auditiva. Barbosa (2006) apresentou pesquisa de iniciação científica sobre o contraste de vozeamento da fala de dois sujeitos com deficiência auditiva, juntamente com Malt (2006). Pereira (2007, 2012), em respectivas dissertação de mestrado e tese de doutorado, prosseguiu pela exploração das complexas relações entre percepção e produção do referido contraste (vozeamento) na mesma população, inclusive com o diferencial de incorporação de procedimentos de síntese sonora.

O contraste de vozeamento também foi explorado em estudos com populações de crianças ouvintes por Bonatto (2007) e Gregio (2013), em teses de doutorado.

Retomando os trabalhos no âmbito da deficiência auditiva, Pessoa (2012) desenvolveu tese de doutorado voltada à análise da fala de crianças usuárias de implante coclear, com enfoque nos aspectos prosódicos (qualidade e dinâmica vocal).

Neste período, os trabalhos em abordagem fonética da qualidade vocal multiplicaram-se por diferentes populações e enfoques, como Paraizo (2000), que abordou, em TCC, aspectos acústicos e de EGG de um ajuste fonatório: o *vocal fry* ou crepitação. Magri (2003) apresentou TCC com base nos ajustes supraglóticos de qualidade vocal. Foschi (2009) analisou, em iniciação científica, dados acústicos de gravações constantes do material instrutivo para uso do roteiro VPAS-PB. Esquilante (2009) e Freitas (2010, 2011) exploraram, em projetos de iniciação científica, os aspectos da percepção visual integrada à auditiva nos julgamentos fonéticos de qualidade vocal. Gomes (2011, 2012) explorou, também em pesquisas de iniciação científica, os correlatos acústicos dos ajustes supraglóticos de qualidade vocal constantes no roteiro VPAS-PB. Queiroz (2012), em dissertação de mestrado, analisou os ajustes fonatórios de qualidade vocal.

Retomando o ano de 2003, outra parceria estabelecida, com o Hospital do Servidor Público Municipal (HSPM), culminou com a produção conjunta de várias pesquisas de TCC, em que o roteiro VPAS foi utilizado em serviço ambulatorial (Programa de Voz): Hara, Veloso (2003), Guedes (2003), Magri (2003) e Vilarim (2003).

O intercâmbio com o grupo Laborvox (do PEPG em Fonoaudiologia) da PUC-SP, inicialmente intitulado Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre Voz, também resultou em parcerias com orientações de monografias de curso de especialização em voz, como Guimarães (2005), com a exploração de dados de qualidade vocal de criança com síndrome de Kabuki. Prosseguiu, no mesmo ano, com suporte para análise de qualidade vocal, por meio do roteiro *VPAS*, para crianças com respiração oral, em dissertação de mestrado desenvolvida por Denunci (2003), orientada pela Profa Léslie Piccolotto Ferreira. Em mestrado também desenvolvido no Laborvox, sob a orientação a Profa. Marta Assumpção Andrada e Silva, Nunes (2005) apresentou dados acústicos e perceptivos (*VPAS*) de mulheres disfônicas. Fernandes (2011) explorou os aspectos fonéticos da descrição de qualidades vocais, em dissertação de mestrado orientada pela Profa Léslie Piccolotto Ferreira.

As variações da qualidade vocal por ciclos de vida foram igualmente enfocadas em TCCs desenvolvidos no ano de 2002, com respeito à presbifonia. Mifune e Justino (2002) estudaram aspectos de frequência fundamental (f_0) da voz dos idosos, enquanto Soyama e Espassatempo (2002) exploraram a análise acústica de longo termo das vozes.

Outro grupo de falantes que mereceu atenção refere-se àqueles da especialidade da Fononcologia, especialmente os laringectomizados totais, cuja fala foi estudada de forma detalhada, em seus desdobramentos acústicos e fisiológicos, em tese de doutorado conduzida por Vieira (2003). Anteriormente, Fernandes (1996) e Mattos (1996) exploraram, do ponto de vista acústico, a fala do laringectomizado total. No ano de 2005, alguns TCCs desenvolvidos no curso de Fonoaudiologia também abordaram o tema. Antunes (2005) enfocou aspectos prosódicos da fala traqueoesofágica. Barbosa (2005) explorou os aspectos acústicos e perceptivo-auditivos das consoantes plosivas na fala do indivíduo laringectomizado total, discutindo a questão do contraste de vozeamento. Carmo (2005), por sua vez, explorou aspectos da voz traqueoesofágica em relação à qualidade de vida de laringectomizados totais.

A população submetida a glossectomias foi abordada na monografia da especialização de Freitas (2001). Jorge (2002) abordou, em TCC, a análise acústica de vozes esofágicas e traqueoesofágicas. Monografia sobre efeitos laríngeos do tratamento irradiante do câncer de mama foi desenvolvida por Marques (2003).

Os efeitos de tratamentos irradiantes em cabeça e pescoço foram abordados nos TCCs de Velani (2001) e Buzzo (2001), respectivamente quanto à voz e à deglutição. Quanto ao protocolo de preservação de órgãos, Arroio (2001) dedicou-se às sequelas vocais e Serrano (2001) àquelas na deglutição, ambas em TCCs.

Com respeito a outras populações enfocadas do ponto de vista de demandas específicas em fala e voz, Medina (2012), em dissertação de mestrado, apresentou dados de análises de qualidade vocal (perceptiva e acústica) de falantes portadores da síndrome de imunodeficiência adquirida (SIDA), em parceria com o Instituto de Infectologia Emílio Ribas. Tamashiro (2011), em pesquisa de TCC, explorou o perfil de qualidade vocal de falantes com Doença de Parkinson.

A articulação de achados da fala e voz à especialidade da Motricidade Orofacial (MO) foi explorada em estudos sobre a respiração oral, como Oliveira (2011) com a exploração das produções de vogais de crianças com respiração oral (RO). Gomes (2013) deu prosseguimento ao enfoque da mesma população, em trabalho de conclusão de curso, com o estudo perceptivo e acústico da qualidade vocal em crianças com RO. Ainda no âmbito

da MO, Freitas (2013) explorou particularidades da qualidade vocal em diferentes tipologias faciais, em trabalho de conclusão de curso. No ano seguinte, Cury (2014) apresentou, em tese de doutorado, um estudo sobre a fala de sujeitos com acromegalia, com destaque para o perfil de qualidade vocal e as medidas formânticas.

Na vertente dos recursos tecnológicos aplicados à fala, destacam-se os trabalhos de iniciação científica de Stefanelli, Danilewsky e Lopes (1999) no desenvolvimento de aplicativos para avaliação perceptiva para finalidades clínicas. Além disso, alguns trabalhos aplicaram os recursos tecnológicos para ampliar os conhecimentos sobre fala. Neste cenário, Gregio (2006) e Svicero (2012) exploraram a vertente da análise de imagens de trato vocal, respectivamente por meio da ressonância magnética (IRM) e da ultrassonografia (US). Sacco (2012) abordou, em dissertação de mestrado, a complexa relação entre fala e deglutição a partir de meios instrumentais não invasivos (EGG) de avaliação do comportamento das estruturas das vias aerodigestivas superiores. A linha de investigações em imagens de ultrassonografia começa a se ampliar com novos projetos, integrando pesquisas desde a graduação até o pós doutoramento, com pesquisa finalizada de iniciação científica de Santos (2015).

Finalmente, vale ressaltar que a publicação de Barbosa e Madureira (2015), no Manual de Fonética Experimental, apresenta grande parte dos procedimentos adotados nas pesquisas da área e, especialmente, consolida a parceria com Instituto de Estudos da Linguagem – IEL da Unicamp.

As referências, neste item, são expostas de forma a revelar as parcerias entre orientadores e orientandos. Quando possível, o *link* ao trabalho segue indicado, algumas vezes na modalidade de artigo publicado em periódico ou em anais de eventos. Ao final da coletânea, inserimos o [anexo 1](#), com o roteiro VPAS-PB e material instrutivo (CAMARGO, MADUREIRA, 2008), desenvolvidos em nosso Laboratório, frutos do projeto de pós doutorado por Camargo (2008), sob supervisão da Profa Sandra Madureira, justamente por ser referido e abordado em vários dos capítulos desta obra.

Enfim, encerramos este relato com a lembrança do trabalho integrado dos professores Sandra Madureira, Aglael Juliana Gama Rossi, Mário Augusto de Souza Fontes e Zuleica Camargo no ambiente do LIAAC-FAFICLA-LAEL-PUC-SP, com colaborações das professoras Luisa Barzaghi-Ficker, Marta A. Andrada e Silva e Léslie Piccolotto Ferreira da FaCHS.

Para maiores detalhes sobre os aspectos metodológicos das pesquisas aqui relatadas, sugerimos a leitura de Camargo (2012), com a abordagem fonética de dados clínicos.

Considerações Finais

Buscamos resgatar as contribuições no campo da Fonética Clínica e já antecipamos que alguns trabalhos podem não ter sido citados por algumas limitações de acesso em nosso acervo. Pretendemos, com esta publicação, recuperar uma parte de nossa memória e agradecer a tantas parcerias estabelecidas.

Convidamos cada leitor a navegar pela coletânea, esperando que seja uma jornada agradável, esclarecedora, estimulante e que, acima de tudo, toque a memória de tantos sons descritos e sentidos expressos....

Referências

- ALMEIDA, D. C. T. **Análise fonético-acústica de um paciente afásico**. 1995. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1995. Orientador: Sandra Madureira
- ALMEIDA, D. C. T. **Análise Fonético-acústica de dados de um sujeito disfônico**. 1996. (Iniciação científica). - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1996. Orientador: Sandra Madureira.
- ALVES, C. C. Índices acústicos e perceptivo-auditivos da voz disfônica correlações entre mecanismos vibratórios e articulatórios. 2006. (Iniciação científica). - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/59ra/livroeletronico/resumos/R7686-1.html>; Orientador: Zuleica Camargo.
- ANDRADE, L. G. C. **Estudo preliminar da relação entre qualidade vocal e disfagia: uma abordagem acústica**. 2000. (Trabalho de conclusão de curso). -Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-47589?func=full-set-set&set_number=846696&set_entry=000003&format=99
Orientador: Zuleica Camargo.
- ANDRADE, L. G. C. **Estudo da correlação entre qualidade vocal e disfagia pós-acidente vascular cerebral: aspectos acústicos, fisiológicos e perceptivos**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: http://www.pucsp.br/liaac/download/luciana_corrijo.pdf. Orientador: Sandra Madureira.
- ANGELINI, C.; NAGASSE, E. O. **Parâmetros acústicos das vozes disfônicas: cooperação entre os níveis glótico e supraglótico de atividade do aparelho fonador**. 2004. (Iniciação científica). - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004. Orientador: Zuleica Camargo.
- ANTUNES, A. P. A. **Parâmetros prosódicos na fala traque-esofágico: aspectos perceptivo-auditivos e acústicos**. 2005. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2005. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-44184?func=full-set-set&set_number=846676&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.
- ARROIO, J. **Protocolo de preservação de órgãos em câncer de cabeça e pescoço: impacto na função de fonação**. 2001. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-47589?func=full-set-set&set_number=846696&set_entry=000003&format=999.
Orientador: Zuleica Camargo.
- BARBOSA, L. G. **Consoantes plosivas na fala do indivíduo laringectomizado total: aspectos acústicos e perceptivo-auditivos**. 2005. (Trabalho de conclusão de curso) -. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2005. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-50705?func=full-set-set&set_number=846742&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.
- BARBOSA, K. **Contraste de vozeamento na produção das plosivas do português brasileiro: dados de dois sujeitos com deficiência de audição**. 2006. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006. Orientador: Luisa Barzagli-Ficker.
- BARBOSA, P. A.; MADUREIRA, S. **Manual de fonética experimental: aplicações a dados do português**. São Paulo: Cortez, 2015.

BARZAGHI-FICKER, L. **Produção e percepção das plosivas do Português Brasileiro: estudo fonético-acústico da fala de um sujeito com deficiência auditiva.** 2003. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.pucsp.br/liaac/teses.html> Orientador: Sandra Madureira.

BAZZO, L. M. F. **Pistas acústica das compensações de trato vocal desenvolvidas em um grupo de indivíduos com paralisia unilateral de prega vocal.** 2000. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-16048?func=full-set-set&set_number=847165&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

BONATTO, M.T.R. L. **Vozes Infantis: a caracterização do contraste do vozeamento das consoantes plosivas do português brasileiro na fala de crianças de 3 a 12 anos.** 2007. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13912>. Orientador: Sandra Madureira.

BUZZO, B. C. **Radioterapia em câncer de laringe: efeitos na função fonatória.** 2001. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/X21RF2L4PFTI5KB7L5CP1CKI8NUT9VL4UCXU4Y44VLNBLCSDTA-19626?func=service&doc_number=000106179&line_number=0009&service_type=TAG. Orientador: Zuleica Camargo.

CAMARGO, Z. A. **Análise da qualidade vocal de um grupo de indivíduos disfônicos: uma abordagem interpretativa e integrada de dados de natureza acústica, perceptiva e eletroglotográfica.** 2002. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2002. Disponível em: http://www.pucsp.br/liaac/download/t_tese_zuleica_antonio_camargo_2002_sm.pdf. Orientador: Sandra Madureira

CAMARGO, Z. **Avaliação da qualidade vocal com motivação fonética: proposta de adaptação do roteiro Vocal Profile Analysis Scheme (VPAS) e sistematização de material instrutivo para o Português Brasileiro.** 2008. (Pós-Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000108&pid=S1516-1846200900020001500006&lng=pt. Supervisão: Sandra Madureira.

CAMARGO, Z. **A abordagem fonética de dados clínicos.** *Journal of Speech Sciences*, v.2 n.1, p.33-47, 2012. Disponível em: <http://revistas.iel.unicamp.br/joss/index.php/journalofspeechsciences/article/view/43/31>

CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S. Voice quality analysis from a phonetic perspective: Voice Profile Analysis Scheme Profile for Brazilian Portuguese (BP-VPAS) In: **Fourth Conference on Speech Prosody**, 2008, Campinas. Fourth Conference on Speech Prosody - Abstract book and proceedings. Campinas: Capes, Fapesp, CNPq, 2008. v.1. p57-60. Disponível em: <http://www.pucsp.br/liaac/download/zuleica.pdf>
<http://www.isle.illinois.edu/sprosig/sp2008/papers/id179.pdf>

CARMO, R. D. **Relação entre a qualidade vocal de vida e auto-percepção da qualidade vocal de pacientes laringectomizados totais.** 2005 (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-56325?func=full-set-set&set_number=846879&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

CUKIER, S. **A abordagem da qualidade vocal em deficiência auditiva severa (Estudo de caso).** 2000. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000. Orientador: Zuleica Camargo. Disponível em: <http://www.revistacefac.com.br/fasciculo>.

[http://www.pucsp.br/edicoes/revista/revista71/Artigo%2013%20\(pag%2093%20a%20101\).pdf](http://www.pucsp.br/edicoes/revista/revista71/Artigo%2013%20(pag%2093%20a%20101).pdf)

CUKIER, S. Qualidade vocal em indivíduos asmáticos com e sem disfunção paradoxal de pregas vocais: correlatos perceptivo-auditivos, acústicos e fisiológicos. 2006. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: http://www.pucsp.br/liaac/download/dissertacao_sabrina_cukier.pdf

<http://isle.illinois.edu/sprosig/sp2008/papers/id157.pdf>. Orientador: Sandra Madureira.

CURY, R. W. I. **Análise de fala na acromegalia**. 2014. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13680>. Orientador: Zuleica Camargo.

DENUNCI, F. V. **Respiração oral e qualidade vocal na infância: um estudo comparativo**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/18442>. Orientador: Leslie Piccolotto Ferreira.

ESQUILANTE, C. S. M. **Análise dos aspectos visuais da qualidade vocal: dados de investigação da qualidade vocal com motivação fonética (Vocal Profile Analysis Scheme para o Português Brasileiro: VPAS-PB)**. 2009. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009. Orientador: Zuleica Camargo.

FERNANDES, A. C. **Descrição da qualidade de voz por meio de proposta de avaliação com motivação fonética**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11905> Orientador: Leslie Piccolotto Ferreira.

FERNANDES, R. H. **Análise fonético-acústica de dados de um paciente laringectomizado**. 1996. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1996. Orientador: Sandra Madureira.

FREITAS, G. C. **A produção da fala de indivíduos submetidos a glossectomias parciais e totais: achados da literatura**. 2001 (Monografia) - Coordenadoria Geral de Extensão e Especialização - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001. Orientador: Zuleica Camargo.

FREITAS, T. R. **Análise dos aspectos visuais da qualidade vocal: dados de investigação de imagens de falantes com base em roteiro fonético de descrição da qualidade vocal**. 2010 (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; São Paula, 2010. Orientador: Zuleica Camargo.

FREITAS, T. R. **Análise dos aspectos visuais dos ajustes fonatórios e de tensão de qualidade vocal: dados de roteiro fonético de descrição da qualidade vocal**. 2011. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2011. Orientador: Zuleica Camargo.

FREITAS, T. R. **Análise dos ajustes de qualidade vocal nos tipos faciais: estudo de natureza perceptivo- auditiva e acústica**. 2013. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-58427?func=full-set-set&set_number=846913&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

GAMA, A. C. C. **Correlatos perceptivos e acústicos da voz de professores após atividade letiva**. 2013. (Pós-Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892199714001313>

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-64312014000300209&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Supervisora: Zuleica Camargo.

GOMES, P. C. **Correlatos acústicos dos ajustes supraglóticos de qualidade vocal: dados de roteiro fonético de descrição da qualidade vocal.** 2011. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2011. Orientador: Zuleica Camargo.

GOMES, P. C. **Correlatos acústicos dos ajustes supraglóticos de qualidade vocal.** 2013. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012. Orientador: Zuleica Camargo.

GOMES, P. C. **Caracterização perceptivo-auditiva e acústica da qualidade vocal de crianças respiradoras orais.** 2013. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-59645?func=full-set-set&set_number=846931&set_entry=000002&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

GREGIO, F. N. **Análise acústica da voz: pistas para avaliação da eficiência das compensações desenvolvidas num grupo de indivíduos com limitação da ação glótica.** 2000. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-61064?func=full-set-set&set_number=846964&set_entry=000001&format=002. Orientador: Zuleica Camargo.

GREGIO, F. N. **Estudo das vogais do Português Brasileiro com técnicas de MRI.** 2006. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: http://www.pucsp.br/liaac/download/fabiana_gregio_dissertacao.pdf. Orientador: Sandra Madureira.

GREGIO, F. N. **Análise fonético-acústica do contraste fônico de vozeamento em crianças.** 2013. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/1364>. Orientador: Sandra Madureira.

GREGIO, F. N. et al. Modelos teóricos de produção e percepção da fala como um sistema dinâmico. **Revista CEFAC**, v. 8 n.2, p. 244-247, 2006. Disponível em: <http://www.revistacefac.com.br/fasciculo.php?url=1&form=edicoes/revista/revista82/artigo15.pdf>

GUEDES, S. D. R. **Perfil de qualidade vocal do indivíduo disfônico atendido em instituição.** 2003. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-62292?func=full-set-set&set_number=846972&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

GUIMARÃES, M. M. **Avaliação fonoaudiológica dos sistemas fonatório e sensorio motor-oral: estudo de caso de paciente com Síndrome de Kabuki.** 2005. (Monografia) - Coordenadoria Geral de Extensão e Especialização - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005. Orientador: Leslie Piccolotto Ferreira.

HARA, A.; VELOSO, P. N. M. **Avaliação preliminar da aplicabilidade clínica do roteiro de avaliação fonética da qualidade vocal.** 2003. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2003. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-63871?func=full-set-set&set_number=847008&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

LAVIER, J. **The phonetic description of voice quality.** 1ª Edição. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

JORGE, M. S. **Qualidade vocal de indivíduos submetidos a laringectomia total: aspectos acústicos**

- de longo e curto termo em modalidades de fonação esofágica e traqueoesofágica.** 2002. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.revistacefac.com.br/fasciculo.php?url=1&form=edicoes/revista/revista63/Artigo%2015.pdf>. Orientador: Zuleica Camargo.
- LIMA-SILVA, M. F. B. **Avaliação da qualidade vocal com motivação fonética: análise integrada de dados de percepção e acústica.** 2012. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.sbfa.org.br/portal/suplementorsbfa>. Orientador: Zuleica Camargo.
- MADUREIRA, S. M. **O sentido do som.** 1992. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo 1992. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/CRP37HB1RF9UEGJE1LA7BTR7C7T53BJHDYIQ74IHKE11Q8FY21-21858?func=service&doc_number=000033445&line_number=0009&service_type=TAG. Orientador: Mara Sofia Zanotto de Paschoal.
- MAGRI, A. **A dimensão dos ajustes supraglóticos na qualidade vocal: correlatos perceptivo-auditivos e acústicos.** 2003 (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo 2003. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-65931?func=full-set-set&set_number=847035&set_entry=000003&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.
- MALT, S. M. **Contraste de vozeamento na produção das plosivas do português brasileiro: dados de dois sujeitos com deficiência de audição.** 2006. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006. Orientador: Luisa Barzaghi-Ficker.
- MARQUES, V. **Qualidade vocal em mulheres submetidas a tratamento irradiante do câncer de mama.** 2003 (Monografia) - Coordenadoria Geral de Extensão e Especialização - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003. Orientador: Zuleica Camargo.
- MATTOS, M. M. **Análise Fonético-acústica de dados de um paciente laringectomizado.** 1996. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo 1996. Orientador: Sandra Madureira.
- MEDINA, M. **Correlatos acústicos, perceptivos e fisiológicos da qualidade vocal de indivíduos portadores da síndrome de imunodeficiência adquirida (SIDA).** 2012 Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13615>. Orientador: Zuleica Camargo.
- MENDES, B. C. A. **Estudo Fonético-Acústico das vogais do Português Brasileiro: dados da produção e percepção da fala de um sujeito deficiente auditivo.** 2003. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/14029>. Orientador: Sandra Madureira.
- MIFUNE, E.; JUSTINO, V. S. S. **Análise acústica da voz do idoso: caracterização da frequência fundamental.** 2002. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rcefac/v9n2/a13v9n2>. Orientador: Zuleica Camargo.
- NUNES, R. B. **Análise da voz e do comportamento do trato vocal supraglótico por meio visual; perceptivo-auditivo e acústico em mulheres disfônicas com diferentes configurações glóticas.** 2005 Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2005. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11856>. Orientador: Marta Assumpção de Andrada e Silva.
- OLIVEIRA, L. R. **Análise acústica comparativa das vogais orais entre respiradores orais e nasais.** 2011 Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível

em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13552>. Orientador: Zuleica Camargo.

PARAIZO, T. C. **Aspectos acústicos e glotográficos do vocal fry**. 2000. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo 2000. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-00655?func=full-set-set&set_number=847048&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

PERALTA, J. S. **A investigação da qualidade vocal de crianças deficientes auditivas: correlatos acústicos de longo termo e perceptivo-auditivos**. 2005. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-01213?func=full-set-set&set_number=847055&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

PEREIRA, L. C. K. **Estudo fonético-acústico da produção e percepção do traço de vozeamento na fala de um sujeito com deficiência auditiva**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13907>. Orientador: Sandra Madureira.

PEREIRA, L. C. K. **Questões de fala e deficiência auditiva: um estudo fonético-acústico sobre produção e percepção de fala no Português Brasileiro**. 2012. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13603>. Orientador: Sandra Madureira.

PESSOA, A. N. **Correlatos perceptivos e acústicos da qualidade e dinâmica vocal na fala de crianças usuárias de implante coclear**. 2012. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://sprosig.isle.illinois.edu/sp2008/papers/id179.pdf>
<http://revistas.iel.unicamp.br/joss/index.php/journalofspeechsciences/article/view/26/11>
http://isle.illinois.edu/sprosig/sp2012/uploadfiles/file/sp2012_submission_153.pdf

Orientador: Zuleica Camargo.

QUEIROZ, R. M. **Caracterização acústica dos ajustes fonatórios de qualidade vocal (Roteiro VPAS-PB)**. 2012 Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13592>. Orientador: Zuleica Camargo.

SACCO, A. B. F. **Análise da deglutição por meio da eletroglotografia**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/intercambio/article/view/25121>. Orientador: Zuleica Camargo.

SANTOS, M. M. **Da pesquisa de fala ao desenvolvimento de tecnologias: possibilidades da ultrassonografia na clínica fonoaudiológica e no ensino de línguas**. 2015. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015. Orientador: Zuleica Camargo.

SARKOVAS, C. **Voz patológica: a dimensão do ruído de alta frequência**. 1999. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1999. Orientador: Zuleica Camargo.

SERRANO, D. M. S. **Protocolo de preservação de órgãos em câncer de cabeça e pescoço: impacto na função de deglutição**. 2001 (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-01696?func=full-set-set&set_number=847060&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

SILVA, V. F. C. **Análise Fonético-acústica de um paciente afásico**. 1995. (Iniciação científica) - Pontifícia

Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1995. Orientador: Sandra Madureira.

SOYAMA, C. L.; ESPASSATEMPO, C. S. **Qualidade vocal na terceira idade: parâmetros acústicos de longo termo de vozes masculinas e femininas.** 2002. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.revistacefac.com.br/edicoes/revista/revista72/Artigo%2015.pdf>. Orientador: Zuleica Camargo.

STEFANELLI, N. E.; DANILEWSKY, V. C.; LOPES, E. C. N. **Aplicativos de avaliação perceptivo-auditiva.** 1999. (Iniciação científica) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1999. Orientador: Mário Augusto de Souza Fontes.

SVICERO, M. A. F. **Dados acústicos e de ultrassonografia da produção das vogais orais do Português Brasileiro.** 2012. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13608>. Orientador: Zuleica Camargo.

TAMASHIRO, M. **Análise perceptiva e acústica da fala do Parkinsoniano: aspectos de qualidade vocal e entoação.** 2011 (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-02516?func=full-set-set&set_number=847067&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

VASCONCELOS, A. M. **Voz patológica: abordagem acústica da dimensão de ruído.** 2000 (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-03561?func=full-set-set&set_number=847073&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

VASCONCELOS, A. M. **Estudo fonético-acústico de aspectos entoacionais na fala de um sujeito afásico: implicações para a análise da compreensão e produção oral.** 2003. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/CRP37HB1RF9UEGJE1LA7BTR7C7T53BJHDYIQ74IHKE11Q8FY21-21425?func=service&doc_number=000171732&line_number=0009&service_type=TAG. Orientador: Sandra Madureira.

VELANI, G. **Disfagias pós-radioterapia: um estudo acerca das sequelas na deglutição em indivíduos tratados por câncer de cabeça e pescoço.** 2001. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: http://aleph50018.pucsp.br/F/D4ES3B1KQSJ3N6IB4M6X735LE6ABQGS6QY2UUIAEYHXAG9LCLR-42923?func=full-set-set&set_number=847080&set_entry=000001&format=999. Orientador: Zuleica Camargo.

VIEIRA, C. H. **Fala esofágica: um estudo de caso embasado em achados anátomo-fisiológicos e na investigação acústica das medidas acústicas da duração.** 2003. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13823>. Orientador: Sandra Madureira.

VILARIM, G. S. **Aspectos de longo termo da qualidade vocal de indivíduos disfônicos.** 2003. (Trabalho de conclusão de curso) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.cefac.br/revista/revista62/Artigo%2011.pdf>. Orientador: Zuleica Camargo.

PARTE 1

ESTUDOS COM POPULAÇÕES

ESPECÍFICAS DE FALANTES

CAPÍTULO 2

QUALIDADE VOCAL E ACROMEGALIA: DADOS DO TRATO VOCAL

Roberta Isolan-Cury

Nilza Scalissi

Osmar Monte

Adriano Namó Cury

Zuleica Camargo

Andréa Baldi de Freitas

Resumo

A acromegalia é uma doença insidiosa com características clínicas resultantes da exposição anormal dos tecidos e sistemas ao excesso de hormônio do crescimento. O objetivo foi analisar a fala de pacientes com acromegalia dos pontos de vista perceptivo e acústico. A análise estatística evidenciou os ajustes de qualidade vocal relevantes para os falantes com acromegalia: mandíbula com extensão diminuída e protraída, hipofunção laríngea e corpo de língua recuado. No âmbito acústico, as medidas formânticas revelaram diferenças entre os gêneros e foram detectadas correlações significativas com o movimento e postura lingual, dimensão faríngea e altura da laringe, reforçando os achados perceptivos de ajustes de qualidade vocal.

Descritores: Acromegalia; Acústica da Fala; Fonética; Voz

Introdução

A acromegalia é uma doença que se manifesta por características clínicas resultantes da exposição anormal dos tecidos e sistemas ao excesso de hormônio do crescimento (GH, do inglês *growth hormone*). Ocorrem tipicamente modificações fisionômicas como o alargamento do nariz, aumento dos lábios, dos seios da face, prognatismo, má-oclusão dentária, macroglossia, além do aumento das extremidades, ou seja, o crescimento das mãos e pés que é descrito pelos pacientes, observado no aumento dos números dos sapatos e anéis (BEN-SHLOMO et al., 2011).

Com o particular interesse para fonoaudiólogos e foneticistas, encontra-se a descrição de duas alterações estruturais do trato vocal nas pessoas com este diagnóstico, as quais tendem a promover mudanças na fala e na voz. São elas o alargamento das estruturas faciais e a hipertrofia lingual (RAISOVÁ; MAREK, 1987).

Os estudos publicados, até o momento, sobre a acromegalia e as suas prováveis alterações na produção vocal, restringiram-se apenas em abordar as mudanças de frequência fundamental (f_0). Não havia, até a data de produção deste trabalho, outros estudos que se dedicaram à análise mais detalhada de fala, ou seja, sobre o que de fato ocorre e como se percebe a fala destes indivíduos.

No presente estudo, a abordagem da qualidade vocal debruça-se sobre a fonética clínica para compreender dados de produção em falantes com acromegalia.

Fundamentação Teórica

A abordagem fonética da qualidade vocal, conforme o modelo proposto por Laver (1980), preconiza a análise por meio do princípio da suscetibilidade dos segmentos aos ajustes de qualidade vocal, ou seja, a relação entre os ajustes fonatórios (ou laríngeos) e articulatórios (supralaríngeos) e os diferentes segmentos da produção de fala.

O diálogo entre a linguística aplicada e os estudos da linguagem com diferentes especialidades médicas pode proporcionar maior compreensão do quanto as alterações do âmbito comunicativo podem afetar a qualidade comunicativa destas pessoas (CAMARGO, 2002; OLIVEIRA, 2011; MEDINA, 2012). Ao mesmo tempo, traz respaldo científico sobre como pensar na atuação clínica fonoaudiológica frente a determinadas alterações, sejam elas de linguagem, fala, audição ou deglutição.

O modelo proposto por Laver (1980) fundamentou a proposição do roteiro de descrição fonética da qualidade vocal, denominado *Vocal Profile Analysis Scheme*, que integra os aspectos fonatórios (laríngeos), articulatórios (supralaríngeos) e de tensão (LAVÉ et al., 1991; MACKENZIE-BECK, 2005).

A proposta respalda-se na análise detalhada sobre as mobilizações de longo termo e, mais especificamente, na qualidade vocal, não somente de natureza fonatória, mas aquelas articulatórias e ressonantis e de tensão muscular (MACKENZIE-BECK, 2005).

São escassos os trabalhos que buscam entender e descrever as alterações vocais em falantes acromegálicos. Além disso, os poucos estudos existentes fundamentam-se apenas em análises sobre a emissão sustentada de vogais para analisar a voz e limitam-

se a relatar a percepção de rebaixamento da frequência fundamental (KINNMAN, 1976; RAZVI; PERROS, 2007; AYDIN, 2013; TURKYILMAZ et al., 2013).

A qualidade vocal de um indivíduo traduz as suas características físicas, culturais, sociais e pode revelar características da sua identidade, bem como de sua personalidade. Ao contrário das abordagens impressionísticas, o modelo fonético de descrição da qualidade vocal proposto por Laver (1980) não restringe a qualidade vocal a único evento isolado da fala, ou apenas ao resultado sonoro da passagem do fluxo aéreo através das pregas vocais. Descreve que as condições vibratórias de pregas vocais (aspectos laríngeos), de tensão muscular em conjunto com os ajustes do trato vocal supralaríngeo, moldam e determinam a qualidade sonora final. Ou seja, a qualidade vocal final corresponde a um conjunto de ajustes musculares quase permanentes ao longo de uma sequência sonora. Desta forma, o termo qualidade vocal integra a produção sonora em seus correlatos acústicos, perceptivos e articulatórios (CAMARGO, 2002).

Para compreendermos melhor o modelo (LAVÉR, 1980), é fundamental conhecermos a sua base analítica: primeiramente, a definição da unidade de análise: *setting*. O termo *setting* articulatório pode ser interpretado como o conjunto de características articulatórias que compõem a postura articulatória correspondente ao ajuste muscular de cada falante (CAMARGO, 2002; MACKENZIE-BECK, 2005; MADUREIRA 2009).

A análise da qualidade vocal por meio deste modelo não preconiza a discussão entre padrões de normalidade *versus* alteração, mas respeita o conjunto dos ajustes laríngeos, supralaríngeos e de tensão muscular que podem ocorrer concomitantemente ao longo da fala. Para esta modalidade de análise, é considerado um ajuste de referência: o ajuste neutro. O ajuste neutro não se refere ao padrão normal, ou de repouso dos articuladores, e sim compõe um conjunto de características que deve ser considerado como padrão intermediário de atividade das estruturas do trato vocal.

Vários ajustes de qualidade vocal podem ocorrer de forma simultânea. O modelo teórico prevê os princípios de relacionamentos dos ajustes de qualidade vocal entre si. Dentro desta esfera, surge o conceito da compatibilidade entre os ajustes e a sua interação com a anatomia individual de cada falante, que não pode ser descartada.

A suscetibilidade refere-se a um princípio que aborda a relação entre ajustes de qualidade vocal e segmentos. Pode ser explicada como um conceito baseado em graus de manifestação de mecanismos sucessivos da fala sobre o efeito de uma determinada configuração nos segmentos (MACKENZIE-BECK, 2005).

Outro ponto importante do modelo refere-se à conjunção da ação dos fatores intrínsecos e extrínsecos na determinação da qualidade vocal.

No âmbito dos fatores intrínsecos, pode-se considerar que todos os seres humanos nascem com características anatômicas: ósseas, cabeça, peito, comprimento do trato vocal da laringe aos lábios, tamanho da língua, formato do palato, dentição e pregas vocais. Tais estruturas podem passar, em todas as etapas do crescimento, por mudanças e também por consequência da presença de determinados distúrbios que afetem seus aspectos morfológicos (MACKENZIE-BECK, 2005; THOMAS, 2011).

Já os fatores extrínsecos são representados pelas possibilidades de usos que os falantes fazem das estruturas de seu trato vocal, de forma a assumirem variadas configurações ou ajustes na dinâmica de fala (CAMARGO, 2002). Tradicionalmente, dentro das ciências da comunicação humana, os termos voz e fala são apresentados distintivamente

na maioria das discussões que abrangem as alterações vocais. Por outro lado, há um crescente aumento nos estudos dentro da linguística voltados para o aprofundamento de uma visão mais ampla em termos da abordagem fonética da qualidade vocal.

Esta abordagem propicia a análise integrada tanto dos ajustes fonatórios, como supralaríngeos e de tensão muscular que resultam na qualidade vocal, no campo prosódico (CAMARGO, 2002; CAMARGO; MADUREIRA, 2009).

O modelo fonético de descrição da qualidade vocal fundamentou a proposição de um roteiro de avaliação de qualidade e de dinâmica vocal, contemplado na proposta intitulada *Vocal Profile Analysis Scheme – VPAS* (LAVÉRE et al., 1981). Tal proposta propiciou a combinação entre a articulação e os aspectos fonatórios com base na influência dos fatores anatômicos e fisiológicos.

Os princípios gerais da aplicação do VPAS envolvem a consideração da atividade de todo o trato vocal para a avaliação da qualidade vocal, ou seja: a análise dos ajustes vocais enquanto tendências musculares de longo termo nos planos fonatório, do trato vocal supralaríngeo e de tensão muscular.

A versão para o português brasileiro, VPAS-PB (Camargo; Madureira, 2008) vem sendo utilizada com êxito nas pesquisas do Grupo de Pesquisa de Estudos sobre a Fala (GeFALA) do LIAAC-PUC-SP, com resultados que permitem validar a sua aplicabilidade clínica (Camargo, 2012). O roteiro é subdividido em descrição da qualidade vocal e dinâmica vocal, e está disponível no [Anexo 1](#). A primeira parte contempla os ajustes de trato vocal (supralaríngeos), os elementos fonatórios (laríngeos) e de tensão.

As mudanças comumente descritas no trato vocal dos acromegálicos podem influenciar, de forma intensa, a produção dos segmentos vocálicos, assumindo-se que estes segmentos serão afetados por ajustes de longo termo da qualidade vocal. As descrições de alterações de qualidade vocálica podem colaborar para a compreensão do impacto das alterações anatômicas dos acromegálicos na produção da fala. Para tanto, as contribuições da teoria acústica da produção da fala, e, especialmente, do modelo fonte-filtro serão relevantes (FANT, 1970).

A partir desta teoria, o trato vocal funciona como um filtro que transfere algumas frequências produzidas a partir da atividade vibratória das pregas vocais. A teoria contempla a descrição detalhada dos fenômenos acústicos no domínio das frequências. Os formantes são descritos como faixas de frequência com maior concentração de energia que, durante o seu percurso pelo trato vocal, poderão ser amplificadas ou atenuadas em decorrência de determinadas configurações vocálicas. São definidos como as ressonâncias do trato vocal supraglótico. Acusticamente, são identificados como picos de energia na curva que representa as amplitudes da frequência fundamental (primeiro harmônico) e de seus múltiplos harmônicos (KENT; READ, 1992).

Diante do exposto, algumas questões podem ser formuladas: na acromegalia, as alterações morfológicas que ocorrem em estruturas importantes para a produção sonora como, por exemplo, a protrusão mandibular e o aumento do volume lingual podem influenciar negativamente a mobilidade dos órgãos fonoarticulatórios? E, com isto, podem afetar a sua produção sonora final?

Neste estudo, o objetivo foi analisar a fala de pacientes com acromegalia dos pontos de vista perceptivo (qualidade vocal) e acústico (padrão formântico).

Métodos

A) Caracterização do grupo estudado

Foram estudados oito falantes, sendo quatro encaminhados no ambulatório de Endocrinologia e Metabologia da Santa Casa de São Paulo, com o diagnóstico de acromegalia (GE = grupo estudado) e quatro pessoas para o grupo controle (GC = grupo controle). Os critérios de inclusão estabelecidos para o GE foram: pacientes adultos, com idades entre 18 anos a 60 anos, com o diagnóstico clínico e laboratorial de acromegalia, com a doença em atividade ou remissão e sem o histórico de alterações laringeas. A caracterização dos falantes conforme gênero, idade, ocupação, presença ou não de macroglossia, naturalidade e níveis de GH e IGF-I e momento da doença (em atividade ou em remissão) assim como o pareamento feito entre o GE e GC, estão descritas nas Tabelas 1 e 2. O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo sob o número 324/11 em 30/11/2011.

Tabela 1. Caracterização dos falantes do Grupo Estudado (GE) conforme gênero, idade, ocupação, presença ou não de macroglossia, naturalidade e níveis de GH e IGF-I e momento da doença (em atividade ou em remissão).

GE	Gênero	Idade	Ocupação/ Naturalidade	Macroglossia	GH	IGF-I	Doença*
GE-1	Feminino	42 anos	Do lar/SP	Sim	0.1ng/ml	94.3ng/ml	Atividade
GE-2	Feminino	41 anos	Do lar/SP	Sim	1.0ng/ml	211ng/ml	Remissão
GE-3	Masculino	42 anos	Cozinheiro/SP	Sim	35.9ng/ml	864ng/ml	Atividade
GE-4	Masculino	44 anos	Serviços gerais/SP	Sim	17.1ng/ml	645ng/ml	Atividade

*momento da doença

SP = São Paulo

(Fonte: próprio autor)

Tabela 2. Representação do pareamento realizado entre os falantes do grupo estudado (GE) e do grupo controle (GC) por idade e gênero.

Grupo Estudado	Idade	Gênero		Grupo Controle	Idade	Gênero
GE-1	42anos	Feminino	<i>Versus</i>	GC-1	44 anos	Feminino
GE-2	41anos	Feminino	<i>Versus</i>	GC-2	41anos	Feminino
GE-3	42anos	Masculino	<i>Versus</i>	GC-3	42 anos	Masculino
GE-4	44anos	Masculino	<i>Versus</i>	GC-4	46 anos	Masculino

(Fonte: próprio autor)

B) Procedimentos de coleta de dados

Etapa 1. Procedimento de Gravação

A gravação foi realizada dentro de uma cabina acústica de 1,50m x 1,50m com espaço para um falante e com isolamento acústico. O falante foi orientado a sentar-se confortavelmente com os dois pés apoiados no chão, mãos ao longo do corpo ou apoiadas sobre as pernas e a coluna também apoiada confortavelmente no encosto da cadeira.

O microfone da marca TASCAM iM2 para *iPhone* foi acoplado a um aparelho *iPhone4S* e posicionado a uma distância de 10cm do queixo do falante. Foi utilizada uma régua para estabelecer a distância padrão do queixo ao microfone. O aparelho *iPhone* e o microfone foram apoiados e ajustados conforme a altura de cada falante e posicionados em frente ao falante.

Após a orientação sobre o procedimento de gravação, a pesquisadora fechou a porta da cabina para garantir o isolamento acústico e posicionou-se do lado de fora, em pé e de frente para a janela em vidro (visor) voltada para o falante com as frases contendo o *corpus* impressas em folha A4 com fonte Arial número 90. As frases foram apresentadas para cada falante, uma a uma, de forma aleatorizada.

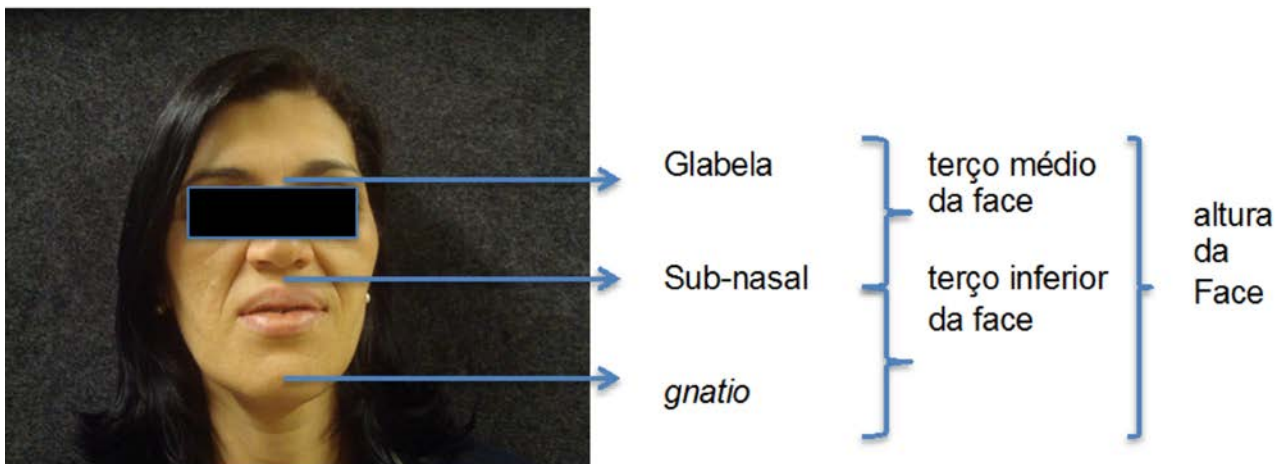
Corpus

Três repetições aleatorizadas das sentenças-veículo (Diga p__p__ baixinho) contendo as sete vogais orais ([a], [ɛ], [e], [i], [ɔ], [o], [u]) do português brasileiro (Barbosa; Albano, 2004) em posição tônica foram apresentadas. Por exemplo: “Diga pápa baixinho”. As amostras de áudio foram digitalizadas em frequência de amostragem de 44100 Hz, 16 bits e extensão *wav.* de acordo com as referências de estudos realizados no Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da PUC-SP.

Etapa 2. Medidas Antropométricas Orofaciais

Estas medidas foram extraídas após o procedimento de gravação, com o paquímetro *Digital Caliper* (0-150mm). O falante sentou-se com a coluna ereta, com a cabeça em posição natural, alinhada ao corpo, com os lábios fechados, dentes em oclusão, sem apertamento, e com a face em repouso. Os pontos foram marcados na face com lápis de maquiagem antialérgico na cor preta e de fácil remoção. Foram realizadas três medidas em cada ponto, de acordo com o protocolo MBGR (GENARO et al., 2009). Os pontos mensurados foram: terço médio da face (glabella ao sub-nasal), terço inferior da face (sub-nasal e *gnatio*) e altura da face (soma do terço médio com o inferior) conforme ilustração da Figura 1. O valor médio de três mensurações foi considerado para cada um dos parâmetros acima (RAMIRES et al., 2010). Estes valores estão representados na Tabela 3.

Figura 1. Ilustração da localização correspondente aos pontos faciais: glabella, sub-nasal e *gnatio* de uma paciente do grupo estudado, gênero feminino, para a mensuração das medidas antropométricas faciais.



(Fonte: próprio autor)

Tabela 3. Valores da média das medidas antropométricas em milímetros (mm) dos falantes do grupo estudado (GE) e do grupo controle (GC).

Falantes	Terço médio da face (mm)	Terço inferior da face (mm)	Altura da Face (mm)
GE-1	57.66	53.39	111.05
GE-2	65.00	56.80	121.80
GE-3	81.79	69.63	151.42
GE-4	52.77	53.61	106.38
GC-1	57.91	51.34	109.25
GC-2	61.87	52.51	114.38
GC-3	72.74	53.73	136.47
GC-4	72.23	62.12	134.35

(Fonte: próprio autor)

C) Procedimentos de análise de dados

Etapa 3. Análise de dados

Após a coleta de dados, teve início a análise dos dados de gravação (percepção). Para tanto, as amostras de áudio dos falantes foram inicialmente editadas em frases (sentenças-veículo estudadas) com o uso do *software* de livre acesso *Praat* (BOERSMA; WEENIK, 2002).

Durante o procedimento de coleta dos dados, conforme exposto anteriormente, cada falante repetiu três vezes as sete sentenças-veículo (Diga p__p__ baixinho) que continham as sete vogais orais do português brasileiro gerando 21 frases para cada um falante (três repetições de sete sentenças). Para o total de oito falantes estudados – quatro do grupo estudado (GE) e quatro do grupo controle (GC) – foram registradas 168 sentenças. Além das sentenças-veículo, foram registradas emissões espontâneas para seis falantes. Os outros falantes (de números 5 e 8), integrantes do Grupo Controle, não realizaram emissão semiespontânea por não terem conseguido finalizar no mínimo cinco segundos de emissão e não conseguiram permanecer por mais tempo dentro da cabina.

Somando-se as sentenças-veículo (168 emissões) aos trechos de emissão semiespontânea (seis emissões), totalizaram-se 174 amostras de fala. Além destas 174 amostras, foram acrescentadas, de forma aleatória, 35 amostras ao total das mesmas emissões. Tal acréscimo, de ordem de 20%, teve como objetivo de proceder o teste de confiabilidade e consistência inter e intra avaliadores. As amostras tiveram seus dados de identificação

original (nome e data) substituídos por números. Após esta substituição aleatorizada, as amostras foram salvas em CD-R e, a cada aproximadamente 20 trechos de amostras de fala dos falantes, foi inserido um trecho de música (estilo *jazz* instrumental), com o objetivo de oferecer um pequeno descanso auditivo ao avaliador.

Após a organização das amostras, quatro fonoaudiólogos com formação fonética e com experiência mínima de dois anos na aplicação do roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme* o português brasileiro - *VPAS-PB* ([Anexo 1](#)) foram convidados e aceitaram participar como juízes da pesquisa. Os juízes realizaram um curso *online* organizado e disponível para o grupo de pesquisadores do LIAAC. O curso objetivou a capacitação e o treinamento no uso do roteiro. O primeiro momento da análise dos dados perceptivos foi a análise de confiabilidade e consistência nas respostas inter e intra juízes. Para esta, foi utilizado o Teste Kappa, que fornece a medida de concordância inter-observador e mede o grau de concordância. Com base nos resultados do Teste *Kappa*, optou-se por excluir os julgamentos do juiz 2 e nova análise estatística com os demais juízes foi realizada. É importante ressaltar que a exclusão do juiz 2 não é demérito algum à qualidade de seus julgamentos e sim um reconhecimento da complexidade da tarefa de julgamento.

Para a análise acústica, as amostras digitalizadas no formato *wav* foram convertidas em mono e ajustadas para a frequência de amostragem de 10 kHz. Em seguida, foi utilizado o *plug-in Akustyk* aplicável ao *software* de livre acesso *Praat* versão 5.1.31, disponível em www.praat.org, para a extração automática das medidas formânticas (F1, F2, F3 e F4) para cada uma das sete vogais orais da sílaba tônica da palavra p___p___.

Para análise estatística, os dados de natureza perceptiva (resultados do julgamento do roteiro *VPAS-PB*) e de natureza acústica (medidas formânticas) foram processados de forma separada por meio das seguintes análises: análise aglomerativa hierárquica de *cluster* (AAHC) e análise discriminante (AD). Na sequência, dados perceptivos e acústicos foram integrados por meio da análise de correlação canônica. O *software XLSTAT – Addinsoft* foi utilizado.

Dadas as particularidades anatômicas entre gêneros, a divisão foi mantida para os grupos GE e GC em todas as etapas de análise estatística.

Resultados

Dados de natureza perceptiva (*Vocal Profile Analysis Scheme-VPAS-PB*)

Na Figura 2, estão expostos os resultados denominados como a média para os ajustes do *VPAS-PB* para ambos os grupos, GE e GC, de maneira separada para os falantes do gênero feminino e do masculino, respectivamente. Na primeira coluna estão os ajustes de qualidade vocal e, nas colunas seguintes, para cada grupo, estão preenchidos de acordo com o grau do ajuste de acordo com a legenda da mesma figura.

Figura 2. Perfil médio de ajustes da qualidade vocal por meio do roteiro VPAS-PB para os falantes do GE - gênero feminino, GC - gênero feminino, GE - gênero masculino e GC - gênero masculino

Qualidade Vocal	GE - gênero feminino	GC - gênero feminino	GE - gênero masculino	GC - gênero masculino
A. Ajustes do trato vocal supralaríngeo				
Lábios arredondados				
Mandíbula fechada				
Mandíbula protraída				
Mandíbula - extensão diminuída				
Mandíbula - extensão aumentada				
Corpo de língua avançado				
Corpo de língua recuado				
Corpo de língua elevado				
Corpo de língua abaixado				
Corpo de língua - extensão diminuída				
Laringe elevada				
Laringe abaixada				
B. Ajustes de Tensão Muscular Geral				
Hiperfunção de trato Vocal				
Hipofunção de trato vocal				
Hiperfunção laríngea				
Hipofunção laríngea				
C. Ajustes Fonatórios				
Modal				
Crepitância/Vocal Fry				
Voz crepitante				
Voz áspera				

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

(Fonte: próprio autor)

A análise aglomerativa hierárquica de *cluster* para os ajustes de qualidade vocal (VPAS-PB) do GE do gênero feminino apontou para a formação de três classes, denominados C1, C2, C3. C1 agrupou os ajustes de expansão faríngea, nasal, laringe abaixada, corpo de língua recuado, ponta de língua avançada e extensão diminuída de lábios. C2 agrupou os ajustes de extensão diminuída de lábios, mandíbula e corpo de língua, hipofunção de trato vocal e hipofunção laríngea. C3, por sua vez, concentrou-se nos ajustes de mandíbula protraída, corpo de língua abaixado, hiperfunção laríngea e voz áspera. Houve maior variância intraclasse, para o agrupamento de classe C2.

A análise aglomerativa hierárquica de *cluster* para os ajustes de qualidade vocal (VPAS-PB) do GC do gênero feminino revelou o agrupamento de três classes. C1 congregou os ajustes de extensão diminuída de lábios e de corpo de língua, corpo de língua elevado, escape nasal audível e hiperfunção do trato vocal. C2 agrupou ajustes de mandíbula protraída, constrição faríngea, nasal, laringe elevada, voz crepitante e voz áspera, enquanto C3 agrupou os ajustes de extensão diminuída de mandíbula e de corpo de língua, corpo de língua abaixado, hiperfunção laríngea e modal.

Para o GE - gênero masculino, na AAHC, observou-se a formação de quatro agrupamentos principais, sendo dois com muitas ocorrências (C1 e C2) e os outros dois (C3 e C4) com poucas. Para C1, destacaram-se os ajustes de lábios estirados, labiodentalização, ponta da língua avançada, expansão faríngea, denasal, laringe abaixada, hipofunção de trato vocal, hipofunção laríngea e crepitação. Para C2, destacaram-se ajustes de extensão diminuída de lábios, mandíbula e corpo de língua, mandíbula protraída, corpo de língua abaixado, nasal e modal. Finalmente, para os grupos secundários, C3 sofreu influências de corpo de língua recuado e voz áspera e C4 de hiperfunção laríngea.

Para o GC do gênero masculino observou-se a formação de cinco agrupamentos. Para C1, destacaram-se os ajustes de lábios estirados, arredondados e com extensão diminuída, além mandíbula aberta, fechada e protraída, ponta de língua avançada, corpo de língua avançado e com extensão diminuída. Para C2, destacaram-se ajustes de extensão diminuída de lábios, nasal, denasal e voz soprosa. C3 revelou agrupamento de extensão diminuída de mandíbula e de corpo de língua, corpo de língua abaixado e voz áspera. C4 agrupou ajustes de corpo de língua recuado, laringe elevada, hiperfunção do trato vocal, modal e voz crepitante, enquanto C5 caracterizou-se pelo ajuste de hiperfunção laríngea.

Para o GE, tanto do gênero masculino, quanto do gênero feminino, os ajustes que os distanciaram seus respectivos controles foram: hipofunção de trato vocal, corpo de língua abaixado, extensão diminuída de corpo de língua, e de lábios e mandíbula e protrusão mandibular. Para o GC, destacaram-se: corpo de língua elevado, denasal, hiperfunção laríngea e crepitação.

Na análise discriminante (AD) para as variáveis perceptivas, os resultados revelaram percentuais de segregação dos grupos (GE e GC de ambos os gêneros) superiores a 70%. Para as medidas formânticas, a segregação de falantes dos grupos GE e GC foi parcial.

Na Tabelas 4, 5, 6 e 7 estão apresentados os dados de medidas de frequências formânticas extraídas para cada um dos grupos: GE e GC de ambos os gêneros. Nas figuras 3 e 4 são expostos os gráficos dos intervalos de confiança em ambos os gêneros para GE e GC.

Tabela 4. Valores médios das frequências formânticas (F1, F2, F3 e F4) das sete vogais orais do português brasileiro (PB) para o GE - gênero feminino, desvio padrão (DP), limite inferior (LI) e limite superior (LS).

Vogais	Média	F1 (Hz) DP	LI	LS	Média	F2(Hz) DP	LI	LS
[a]	835	30	804	868	1419	63	1352	1486
[e]	373	12	360	387	2068	66	1998	2138
[ɛ]	521	36	482	560	1937	36	1899	1976
[i]	309	34	274	345	2152	44	2105	2199
[o]	412	28	383	442	804	59	743	867
[ɔ]	621	61	557	686	929	94	830	1028
[u]	374	25	348	401	743	94	645	842
Vogais	Média	F3(Hz) DP	LI	LS	Média	F4 (Hz) DP	LI	LS
[a]	2458	90	2364	2554	3693	403	3271	4117
[e]	2680	66	2611	2749	3642	102	3535	3749
[ɛ]	2509	162	2339	2679	3544	265	3265	3823
[i]	2772	86	2682	2863	3597	148	3441	3753
[o]	2491	122	2363	2619	3527	55	3469	3585
[ɔ]	2498	158	2332	2665	3481	102	3373	3589
[u]	2412	136	2270	2556	3399	375	3006	3793

DP=desvio padrão; Li=limite inferior, LS=limite superior
(Fonte: próprio autor)

Tabela 5. Valores médios, das frequências formânticas (F1, F2, F3 e F4) das sete vogais orais do português brasileiro (PB) para o GC - gênero feminino, desvio padrão (DP), limite inferior (LI) e limite superior (LS).

Vogais	Média	F1(Hz) DP	LI	LS	Média	F2 (Hz) DP	LI	LS
[a]	853	80	769	937	1520	149	157	1363
[e]	487	23	463	512	2075	317	333	1742
[ɛ]	640	31	608	673	2163	148	155	2008
[i]	401	41	357	445	2383	349	367	2016
[o]	512	24	487	538	883	44	46	836
[ɔ]	712	24	687	738	1090	70	74	1016
[u]	435	21	413	458	712	67	71	642
Vogais	Média	F3 (Hz) DP	LI	LS	Média	F4 (Hz) DP	LI	LS
[a]	2048	465	488	1560	3047	446	468	2580
[e]	2420	121	127	2293	3121	136	142	2979
[ɛ]	2432	256	268	2164	3055	97	102	2953
[i]	2937	391	410	2527	3407	271	285	3122
[o]	2301	650	682	1619	3425	438	460	2965
[ɔ]	2479	654	686	1793	3575	480	504	3070
[u]	1532	294	308	1223	2988	96	101	2887

DP=desvio padrão; Li=limite inferior, LS=limite superior
(Fonte: próprio autor)

Tabela 6. Valores médios, das frequências formânticas (F1, F2, F3 e F4) das sete vogais orais do português brasileiro (PB) para o GE - gênero masculino, desvio padrão, limite inferior e limite superior.

Vogais	Média	F1(Hz) DP	LI	LS	Média	F2 (Hz) DP	LI	LS
[a]	792	37	753	831	1349	46	1301	1399
[e]	475	35	438	513	1883	158	1717	2050
[ɛ]	610	33	575	645	1771	170	1592	1951
[i]	337	50	285	390	2057	196	1850	2264
[o]	470	31	438	504	843	84	755	932
[ɔ]	602	38	562	643	915	55	858	974
[u]	380	37	341	420	697	37	658	737
Vogais	Média	F3 (Hz) DP	LI	LS	Média	F4 (Hz) DP	LI	LS
[a]	2285	176	2100	2470	3065	397	2648	3482
[e]	2343	231	2101	2586	3065	269	2783	3348
[ɛ]	2369	119	2245	2494	3220	271	2936	3504
[i]	2699	349	2333	3065	3099	345	2737	3461
[o]	2248	164	2075	2421	3010	216	2784	3238
[ɔ]	2210	164	2038	2383	2818	206	2602	3035
[u]	2254	154	2092	2417	2975	135	2834	3117

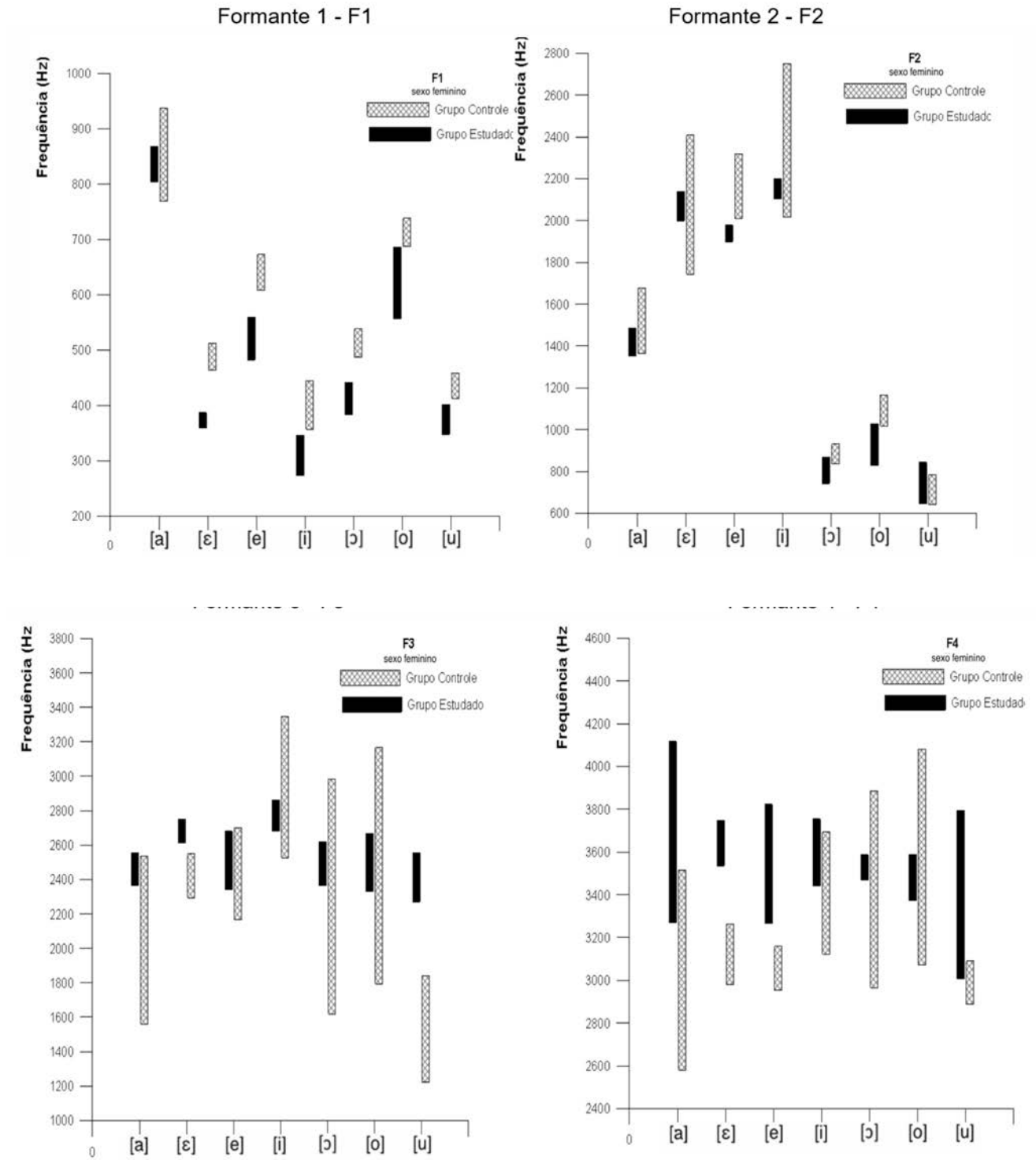
DP=desvio padrão; Li=limite inferior, LS=limite superior
(Fonte: próprio autor)

Tabela 7. Valores médios, das frequências formânticas (F1, F2, F3 e F4) das sete vogais orais do português brasileiro (PB) para o GC - gênero masculino, desvio padrão, limite inferior e limite superior, todos em Hertz.

Vogais	Média	F1(Hz) DP	LI	LS	Média	F2 (Hz) DP	LI	LS
[a]	755	42	44	711	1258	96	101	1157
[e]	405	34	35	370	1850	143	150	1699
[ɛ]	554	72	75	479	1837	35	37	1800
[i]	344	41	43	302	2225	140	147	2078
[o]	452	40	42	410	816	95	100	716
[ɔ]	642	47	49	593	977	75	79	898
[u]	443	18	19	424	881	166	174	706
Vogais	Média	F3 (Hz) DP	LI	LS	Média	F4 (Hz) DP	LI	LS
[a]	2405	256	269	2136	3406	282	296	3110
[e]	2193	188	198	1996	2827	23	242	2585
[ɛ]	2347	349	366	1981	3270	411	431	2839
[i]	2981	160	168	2813	3619	236	248	3371
[o]	2750	276	290	2460	3489	280	294	3195
[ɔ]	2530	355	372	2158	3209	392	411	2798
[u]	248	311	326	2155	3288	96	101	3187

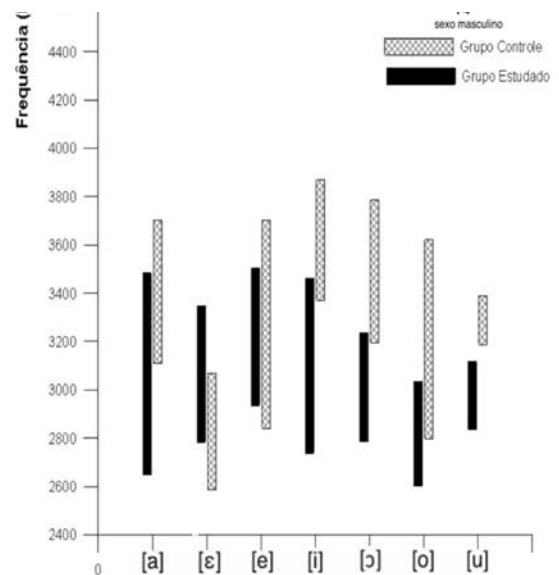
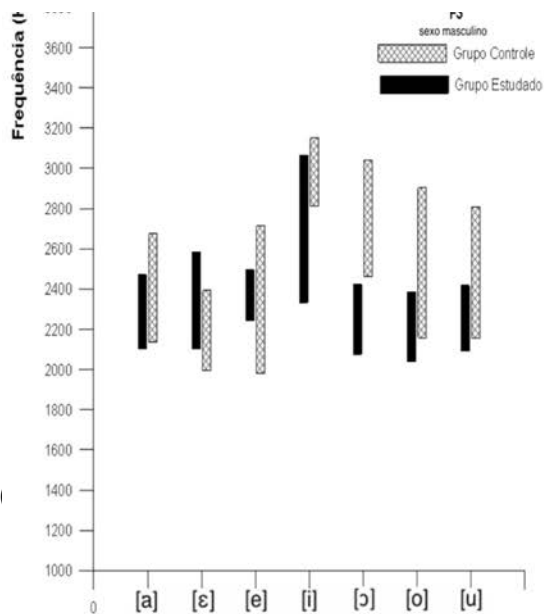
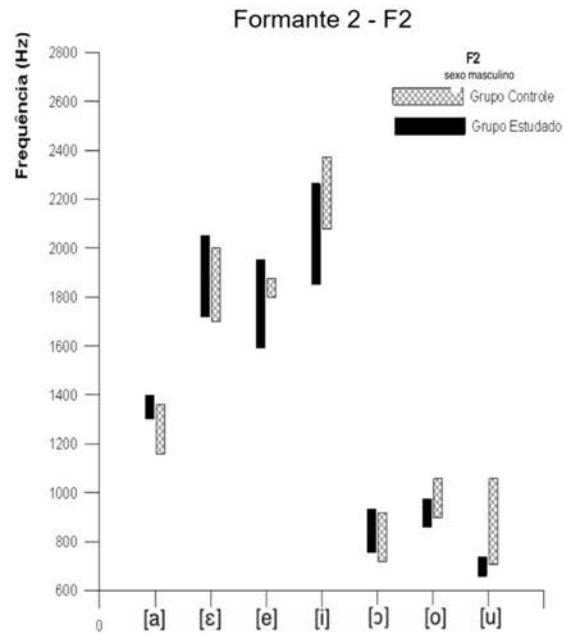
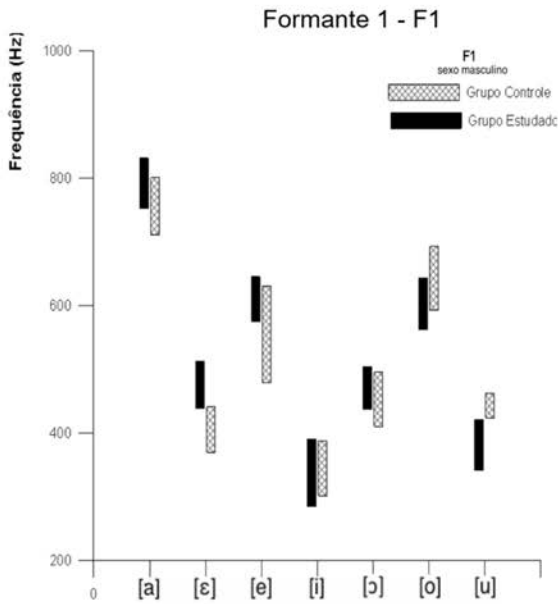
DP=desvio padrão; Li=limite inferior, LS=limite superior
(Fonte: próprio autor)

Figura 3. Gráficos representativos dos intervalos de confiança das frequências formânticas (F1, F2, F3 e F4) dos falantes do gênero feminino de ambos os grupos: grupo controle e grupo estudado.



(Fonte: próprio autor)

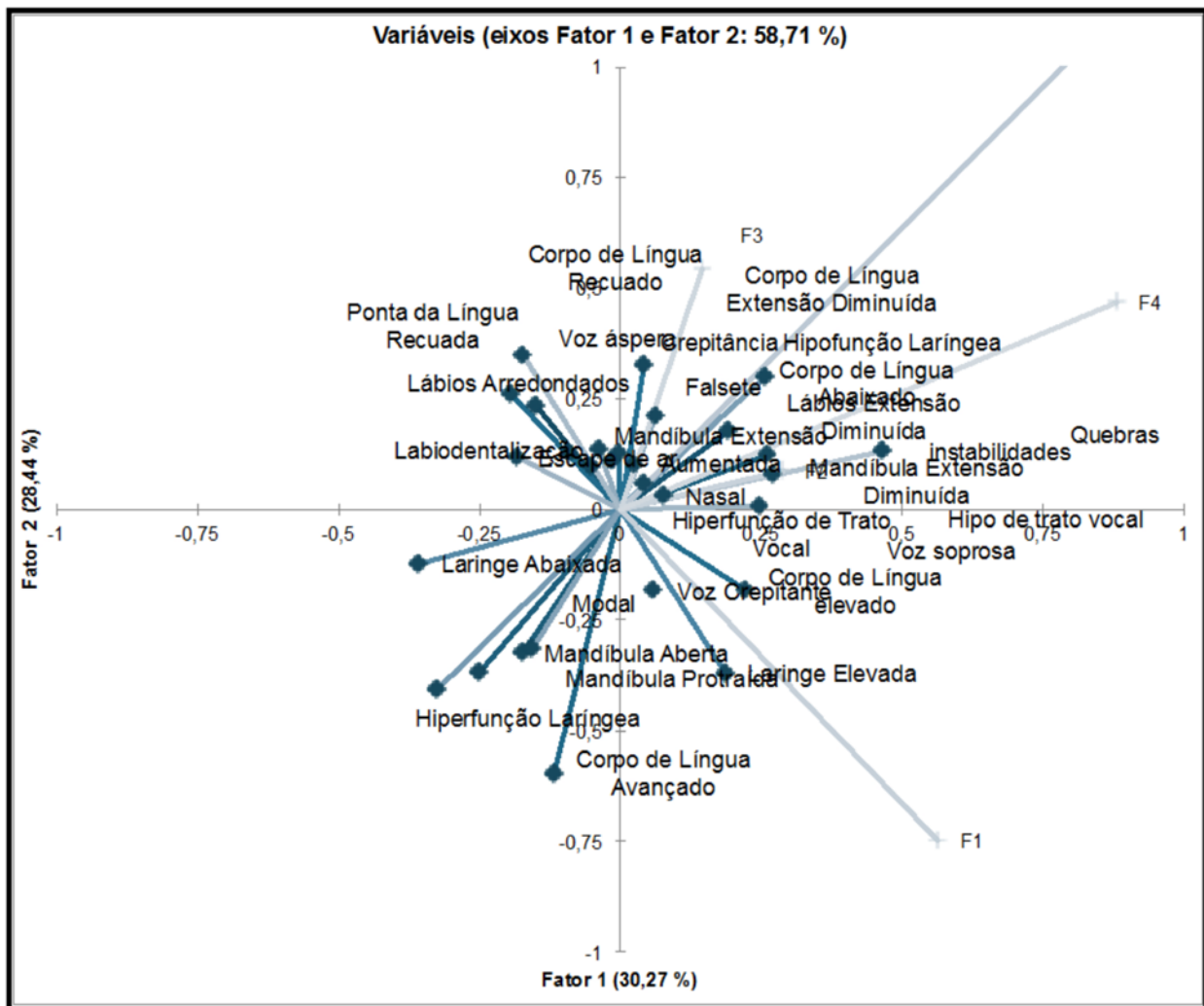
Figura 4. Gráficos representativos dos intervalos de confiança das frequências formânticas (F1, F2, F3 e F4) dos falantes do gênero masculino de ambos os grupos: grupo controle e grupo estudado.



Nas figuras 5 a 8, estão representados os diagramas circulares da análise de correlação canônica para os dados perceptivos e acústicos Dos grupos GE e GC de ambos os gêneros.

Para o GE - gênero feminino (Figura 5), o ajuste de ponta de língua avançada correlacionou-se com a medida de F1 (44%); os ajustes de extensão diminuída de lábios (32%) e de mandíbula aberta e protraída (36%) correlacionaram-se com F3. Os ajustes relacionados com F4 foram principalmente laringe abaixada (35%), hipofunção laríngea (36%) e ocorrências de curto termo de instabilidades (45%).

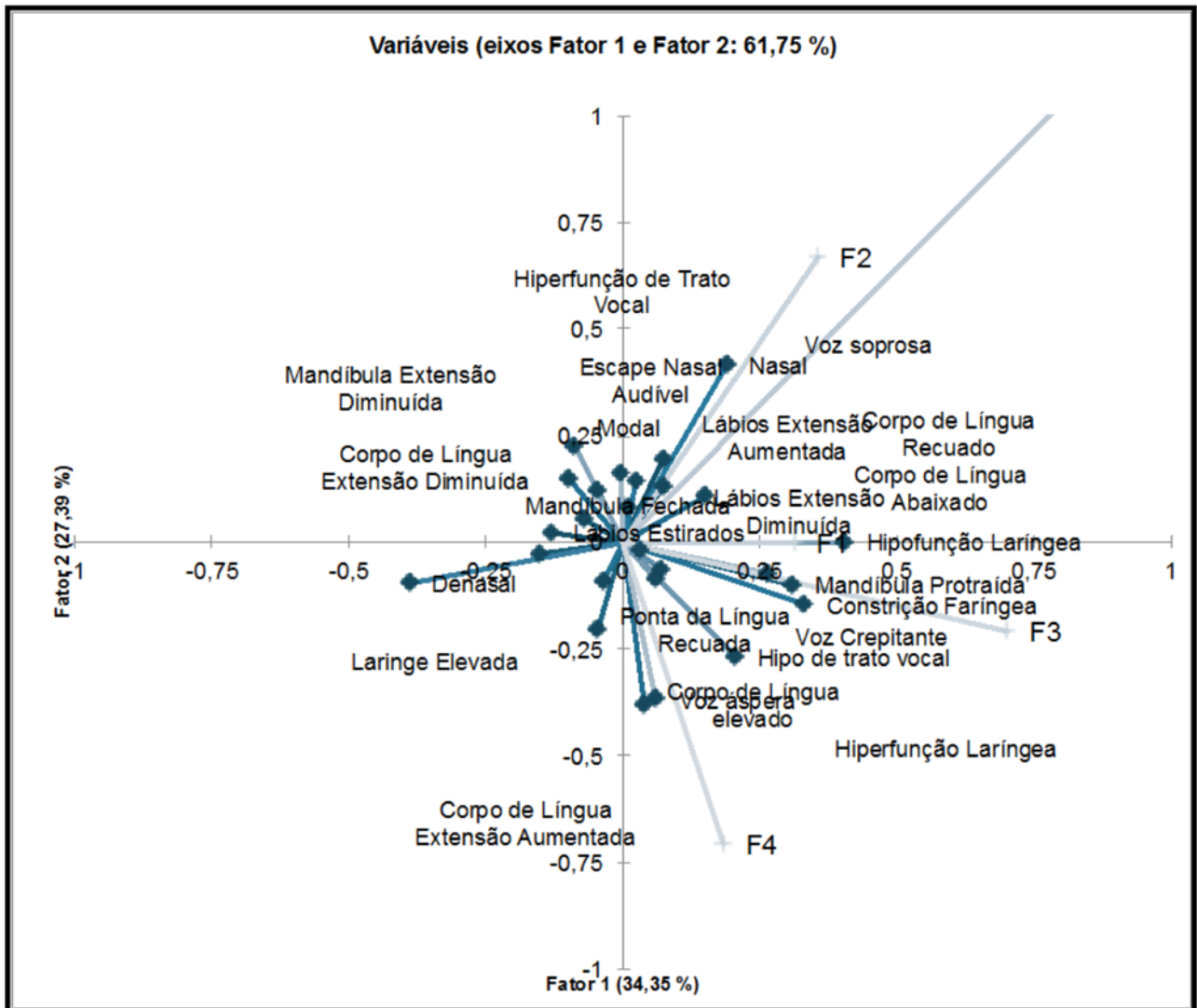
Figura 5. Distribuição gráfica das variáveis perceptivas e acústicas na análise de correlação canônica entre os dados perceptivos e acústicos do GE - gênero feminino.



(Fonte: próprio autor)

Para o GC - gênero feminino (Figura 6), os dados perceptivos e acústicos apontaram para correlações entre: ajuste de escape nasal audível e F1 (38%); constrição faríngea e F3(35%); laringe elevada e F3 (30%); laringe elevada e F4 (31%); hiperfunção laríngea e F4(30%).

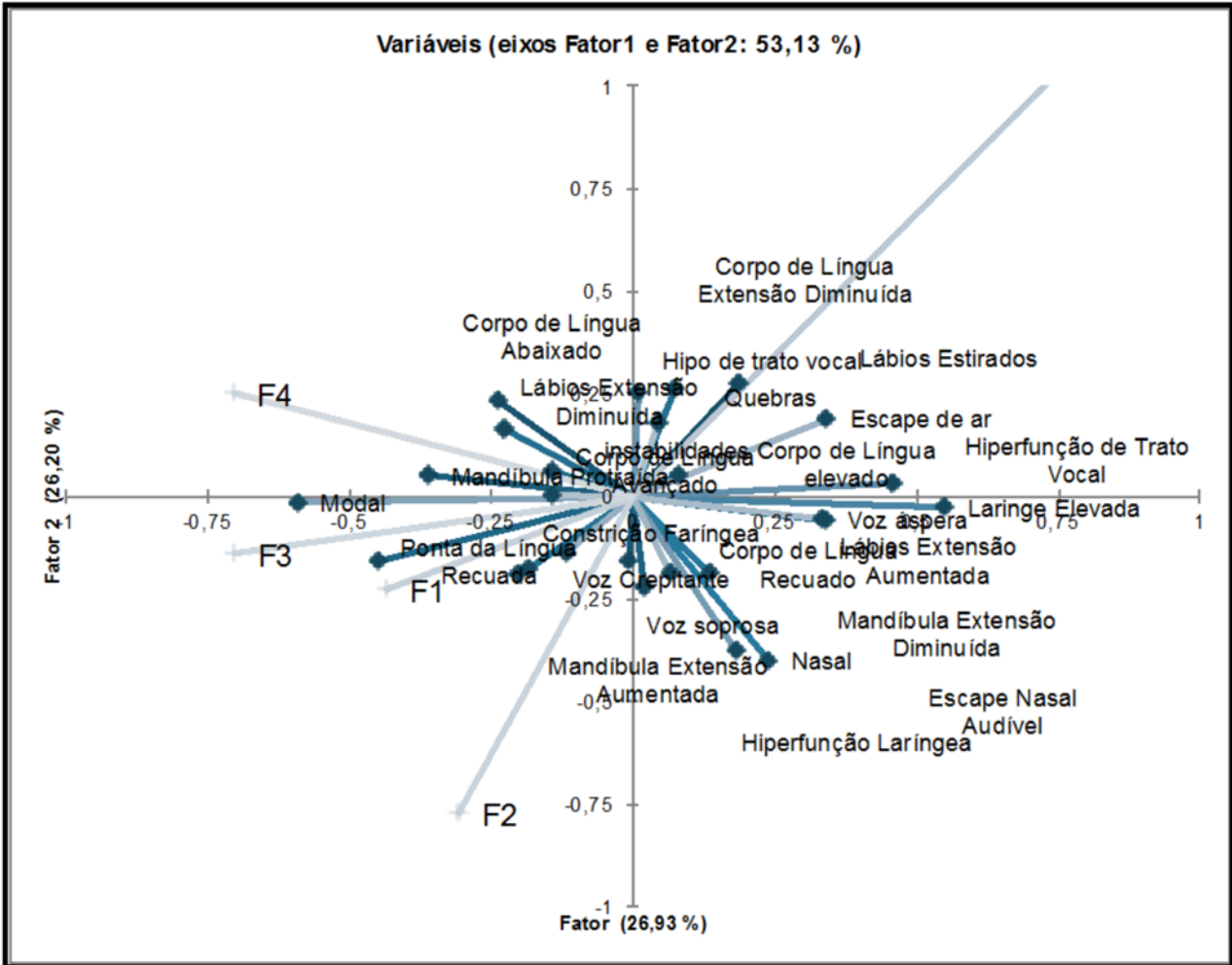
Figura 6. Distribuição gráfica das variáveis perceptivas e acústicas na análise de correlação canônica entre os dados perceptivos e acústicos do GC - gênero feminino.



(Fonte: próprio autor)

Para o GE - gênero masculino (Figura 7), a análise de correlação canônica apontou para correlações como: ajuste de extensão diminuída de mandíbula e F2 (26%); extensão diminuída de corpo de língua (32,7%), corpo de língua recuado e F3 (37%); corpo de língua abaixado e F4(32%).

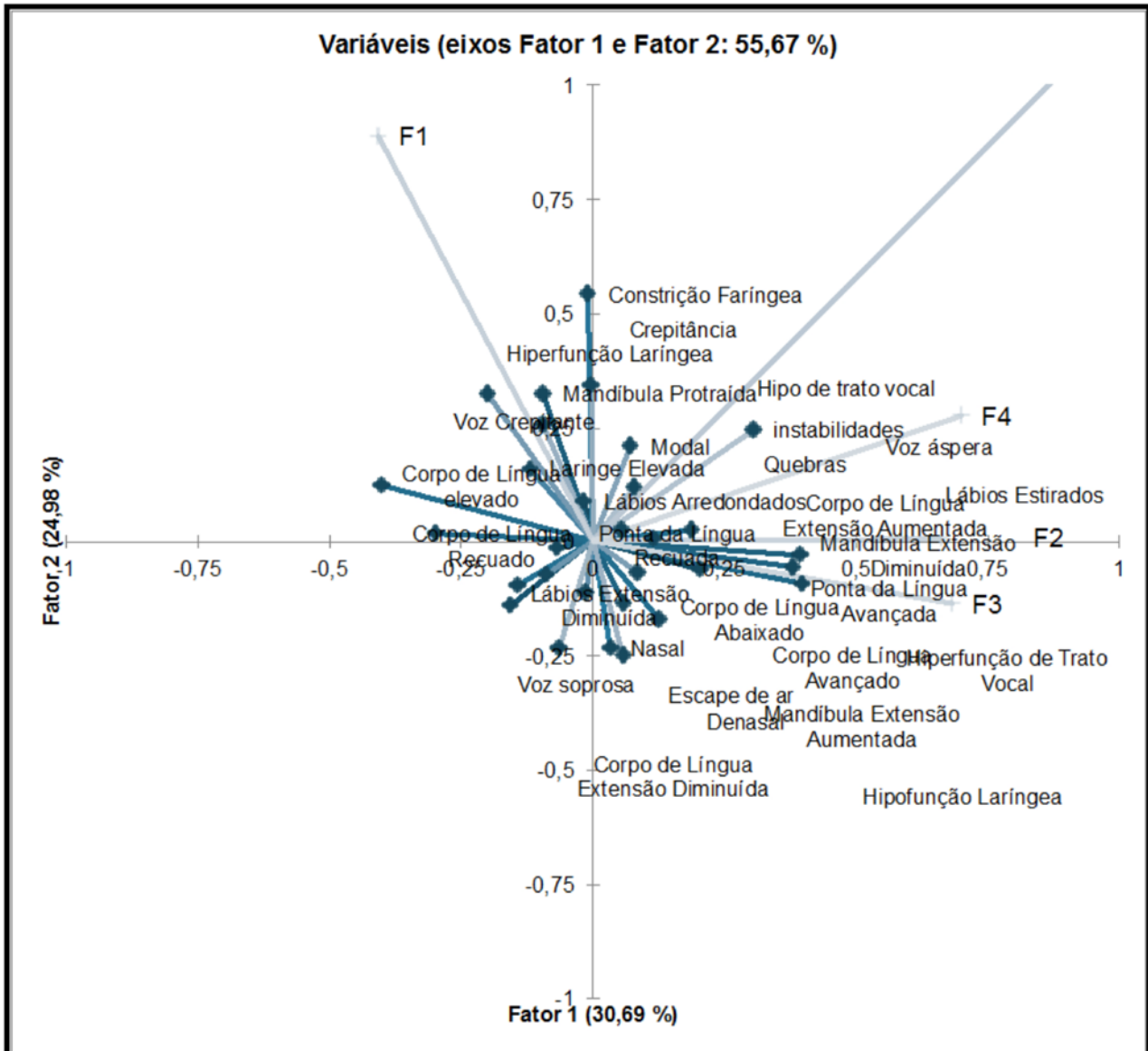
Figura 7. Distribuição gráfica das variáveis perceptivas e acústicas na análise de correlação canônica entre os dados perceptivos e acústicos do GE - gênero masculino.



(Fonte: próprio autor)

A análise de correlação canônica das variáveis perceptivas e acústicas das amostras do GC - gênero masculino (Figura 8) revelou correlação de ajustes modal e F3 (58,8%); voz áspera e F3 (54,3%); escape de ar e F3 (50,9%).

Figura 8. Distribuição gráfica das variáveis perceptivas e acústicas na análise de correlação canônica entre os dados perceptivos e acústicos do GC – gênero masculino.



(Fonte: próprio autor)

Discussão

O perfil médio dos ajustes de qualidade vocal nos grupos analisados demonstrou a predominância, para o GE - gênero feminino, de ajustes de mandíbula protraída, corpo de língua abaixado e extensão diminuída, hipofunção de trato vocal e laríngea. No GE - gênero masculino, tiveram destaque os ajustes de mandíbula protraída, corpo de língua abaixado, hipofunção de trato vocal e laríngea. Tais ajustes são compatíveis com protrusão mandibular evidente em todos os casos da doença (MELMED, 2009). Tal achado possivelmente também influenciou a detecção do ajuste de diminuição da extensão do movimento mandibular. Essa influência de um ajuste de qualidade vocal sobre outro é fundamentada pela interdependência fisiológica dos ajustes de qualidade vocal sob o ponto de vista fonético, conforme descrito por Laver (1980), que reforça a existência do princípio da compatibilidade entre certos ajustes.

Sob o mesmo princípio, o da compatibilidade, o ajuste de laringe abaixada, em coexistência ao ajuste de mandíbula protraída, pode justificar o alongamento do trato vocal descrito em alguns trabalhos (KINNMAN, 1976; RAZVI; PERROS, 2007; AYDIN et al., 2013) como uma característica na acromegalia. Tal alongamento (do trato vocal) parece estar relacionado ao conseqüente aumento da distância entre o nível glótico (pregas vocais) e lábios, uma vez que, quanto mais baixa a laringe e maior protrusão mandibular ou labial, maior será este alongamento. Estes dados reforçam a sugestão para estudos futuros que contemplem a análise do trato vocal por meio de imagens.

A hipofunção de trato vocal presente em ambos os grupos, em maior intensidade no GE - gênero feminino, pode ser associada à posição de laringe mais baixa e, conseqüentemente, à diminuição da força de adução glótica, conforme descrito na literatura sobre a fisiologia da produção vocal (PONTES; PINHO, 2008).

Os dendrogramas gerados para a análise dos dados perceptivos revelaram que os ajustes de qualidade vocal se agruparam de forma distinta para os grupos GE e GC do gênero feminino (Figuras 3 e 4). No primeiro, os ajustes de qualidade vocal que se destacaram foram: lábios e mandíbula com extensão diminuída, hipofunção de trato vocal e hipofunção laríngea; no segundo agrupamento, os ajustes mais influentes foram laringe elevada, hiperfunção laríngea (ao invés de hipofunção) e constrição faríngea. Tal distribuição evidenciou as especificidades dos ajustes de qualidade vocal para os falantes com ou sem acromegalia. Tais diferenças eram previstas no âmbito perceptivo, tendo em vista as alterações morfológicas presentes entre os acromegálicos. Para o gênero masculino, GE e GC, ajustes como laringe abaixada e hipofunção de trato vocal, combinados ao ajuste denasal também foram encontrados em ambos os grupos e, em menor ocorrência, no GC.

Os dados de análise estatística revelaram capacidade discriminatória dos dados perceptivos acima de 70% para diferenciação de ambos os grupos em ambos os gêneros, e, com isso, confirmou-se que os ajustes de qualidade vocal que caracterizam o grupo estudado são: hipofunção laríngea e de trato vocal, laringe abaixada, extensão diminuída de lábios e de mandíbula *versus* ajustes corpo de língua elevado, denasal, hiperfunção laríngea e crepitação para o grupo controle.

Tais resultados reforçam a relevância do estudo, do ponto de vista fonético, da qualidade vocal em certas doenças como, no caso, a acromegalia. Direcionar apenas os estudos da fala para achados de *pitch* não contempla o comportamento de fala destes sujeitos e, conseqüentemente, não permite um planejamento diferenciado de terapia de

fala. Da mesma forma, o conhecimento de ajustes de qualidade vocal de natureza fonatória, do trato vocal supralaríngeo e de tensão muscular pode auxiliar na escolha de técnicas terapêuticas que objetivem a atenuação do impacto destes ajustes sobre a qualidade vocal resultante nos falantes com acromegalia.

Convém destacar, aqui, que em uma doença estigmatizante e com outros fatores com consequência direta na qualidade de vida destas pessoas (BADIA et al., 2004; TREPP et al., 2005; ADELMAN et al., 2013), a melhoria da fala pode impactar positivamente seus aspectos sociais.

Em ambos os grupos, o aumento do volume lingual dificulta a realização de certos movimentos articulatorios. Essas dificuldades podem estar presentes durante a fala e/ou canto e figuram como eventuais queixas entre os falantes com acromegalia (RAZVI; PERROS, 2007)

No âmbito acústico, para o GE do gênero feminino, observou-se, principalmente nas medidas de F1 e F2, valores mais baixos principalmente para as vogais [a], [e] e [ɛ]. A frequência do primeiro formante (F1) está relacionada ao movimento lingual em seu eixo vertical, ou seja, quanto mais alta a língua, menor F1 e vice-versa. Nos acromegálicos, o aumento do volume lingual pode ter causado este movimento sobre F1.

A frequência do segundo formante (F2) também está relacionada ao movimento lingual, em seu eixo horizontal, ou seja: quanto mais anteriorizada a língua estiver dentro da cavidade oral, menor estará a cavidade oral e conseqüentemente, maior será a frequência de F2 e vice-versa. Entre o grupo estudado do gênero feminino em comparação ao GC, os valores de F2 também estavam mais baixos, o que pode ser discutido em coexistência ao ajuste de qualidade vocal de corpo de língua recuado. Importante reforçar que as vogais foram analisadas como segmentos-chave quando realizada a análise perceptiva por meio do roteiro *VPAS-PB*. Para o grupo estudado - gênero masculino, os intervalos de confiança demonstraram, principalmente para as vogais mencionadas no grupo do gênero feminino, valores de F1 e F2 maiores em relação ao grupo controle, ou seja, ao resgatarmos valores de F1 elevados, podemos atribuir ao ajuste de corpo de língua abaixado.

Para as vogais [o] e [u] por exemplo, os valores ficaram mais próximos entre os grupos, provavelmente em decorrência de ajuste de diminuição de movimento mandibular no GE e, principalmente, lingual, o que pode ter dificultado o seu movimento, com tendência de manutenção de posição mais baixa.

Na análise integrada de achados perceptivos e acústicos, mais uma vez, o princípio da suscetibilidade dos segmentos aos ajustes de qualidade vocal foi reforçado, graças à correlação entre ajustes linguais com medidas de F1 e ajuste de hipofunção laríngea e laringe abaixada e medidas de F4, por exemplo (CAMARGO, 2012). As frequências de F3 e F4 relacionam-se, em maior grau, com os aspectos de qualidade vocal, mais individuais do falante. Já F1 e F2 representam a identidade fonética das vogais (VIEIRA, 2004; JOHNSON, 2011). Finalmente, os resultados discutidos revelam o perfil de fala dos pacientes com acromegalia, os quais podem direcionar novas pesquisas e metas de terapia.

Considerações Finais

A abordagem de qualidade vocal, a partir do roteiro de descrição fonética da qualidade vocal (*VPAS-PB*), possibilitou a identificação dos ajustes de qualidade vocal mais

frequentes no grupo de falantes acromegálicos. Nesse âmbito, os achados que diferenciaram os falantes do grupo estudado e controle foram: mandíbula protraída, laringe abaixada, hipofunção de trato vocal e extensão diminuída de mandíbula.

No âmbito acústico, as medidas de F1 e F2 apresentaram-se ligeiramente diferenciadas entre homens e mulheres. No grupo estudado, as medidas acústicas apresentaram correlações com ajustes referentes à mobilidade de língua para os falantes acromegálicos.

A análise da qualidade vocálica, associada à análise perceptiva, permitiu compreender o alongamento do trato vocal referido na literatura.

Os valores de F3 e F4, por sua vez, mostraram correlação com ajustes de dimensão faríngea e de altura da laringe, reforçando os achados de qualidade vocal para o grupo de falantes acromegálicos.

As informações de ajustes de qualidade vocal e caracterização formântica das vogais podem ser importantes no processo de diagnóstico. Além disso, os achados apontam possibilidades de abordagem terapêutica.

Referências

- ADELMAN, D. T. et al. Acromegaly: the disease, its impact on patients, and managing the burden of long-term treatment. **International Journal of General Medicine**, v. 6, p. 31-38, 2013.
- AYDIN, K. et al. Voice characteristics of acromegaly. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology**, v. 270, n. 4, p. 1391-1396, 2013.
- BADIA, X. et al. Acromegaly Quality of Life Questionnaire (Acroqol). **Health and Quality of Life Outcomes**, v. 2, n. 1, p. 1, 2004.
- BARBOSA, P. A.; ALBANO, E. C. Illustrations of the IPA: Brazilian portuguese. **Journal of the International Phonetic Association**, v. 34, n. 2, p. 227-232, 2004.
- BEN-SHLOMO, A. et al. Clinical, quality of life, and economic value of acromegaly disease control. **Pituitary**, v. 14, n. 3, p. 284-294, 2011.
- BOERSMA, P. et al. Praat, a system for doing phonetics by computer. **Glott international**, v. 5, n. 9/10, p. 341-345, 2002.
- CAMARGO, Z. **Análise da qualidade vocal de um grupo de indivíduos disfônicos: uma abordagem interpretativa e integrada de dados de natureza acústica, perceptiva e eletroglotográfica**. 2002. 282f Tese (Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem). Faculdade de Filosofia, Comunicação, Letras e Artes da PUC-SP. São Paulo, 2002.
- CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S. Voice quality analysis from a phonetic perspective: voice profile analysis scheme profile for Brazilian Portuguese (BP-VPAS). In: **Proceedings of the Fourth Conference on Speech Prosody**. 2008. p. 57-60.
- CAMARGO, Z. A abordagem fonética de dados clínicos. **Journal of Speech Sciences**, v. 2, n. 1, p. 33-47, 2012.
- JOHNSON, K. **Acoustic and auditory phonetics**. 3rd edition. New Jersey: Wiley -Blackwell, 2011.
- KINNMAN, J. Dysphonia in acromegaly (author's transl). **HNO**, v. 24, n. 9, p. 311, 1976.
- LAVAR, J. **The phonetic description of voice quality**. 1st edition. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.
- LAVAR, J. et al. A perceptual protocol for the analysis of vocal profiles. **Edinburgh University Department of Linguistics Work in Progress**, v. 14, p. 139-155, 1981.
- HARDCASTLE, W. J.; BECK, J. M. **A figure of speech: a festschrift for John Laver**. Routledge, 2014.
- GENARO, K. F. et al. Avaliação miofuncional orofacial: protocolo MBGR. **Revista Cefac**, v. 11, n. 2, p. 237-55, 2009.
- MEDINA, V. **Correlatos Acústicos e Perceptivos da qualidade vocal de indivíduos com a Síndrome da Imunodeficiência adquirida (SIDA)**. 2012. ssertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2012.
- MELMED, S. Acromegaly pathogenesis and treatment. **The Journal of clinical investigation**, v. 119, n. 11, p. 3189-3202, 2009.
- OLIVEIRA, L. R. **Análise acústica comparativa das vogais orais entre respiradores orais e nasais**. 2011 Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível

em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13552>. Orientador: Zuleica Camargo.

RAISOVÁ, V.; MAREK, J. [Voice changes in growth disorders of hypophyseal etiology]. **Folia phoniatrica**, v. 40, n. 3, p. 128-130, 1987.

RAMIRES, R. R. et al. Tipologia facial aplicada à Fonoaudiologia: revisão de literatura Facial types applied to Speech-Language Pathology: literature review. **Revista da Sociedade Brasileira Fonoaudiologia**, v. 15, n. 1, p. 140-5, 2010.

RAZVI, S.; PERROS, P. A 52-year-old female with a hoarse voice and tingling in the hand. **PLoS Med**, v. 4, n. 3, p. e29, 2007.

TREPP, R. et al. Assessment of quality of life in patients with uncontrolled vs. controlled acromegaly using the Acromegaly Quality of Life Questionnaire (AcroQoL). **Clinical endocrinology**, v. 63, n. 1, p. 103-110, 2005.

VIEIRA, M. N. Uma Introdução à acústica da voz cantada. **I Seminário Música Ciência Tecnologia: Acústica Musical**, USP São Paulo. 2004.

Pesquisa de doutorado desenvolvida no Programa de Estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, sob a orientação da Profa. Dra. Zuleica Camargo, com auxílio CNPq.

CAPÍTULO 3

DADOS DO CONTRASTE FÔNICO DE VOZEAMENTO NA FALA DE LARINGECTOMIZADOS TOTAIS QUE USAM PRÓTESE TRAQUEOESFÁGICA

Nathália dos Reis

Zuleica Camargo

Resumo

O capítulo tem o propósito de discutir o contraste fônico de vozeamento na fala de laringectomizados totais que usam prótese traqueoesofágica. Neste estudo de caso, a partir de palavras-alvo que foram produzidas em frases-veículo com sons fricativos e oclusivos, foram analisados dados acústicos relacionados ao contraste fônico de vozeamento, tais como medidas de duração dos segmentos consonantais e vocálicos; de *VOT* (*Voice Onset Time*) das oclusivas; centroide do ruído das fricativas; duração e características de interrupção da barra de vozeamento das oclusivas e fricativas; de frequências formânticas e de frequência fundamental das vogais adjacentes. Estes resultados foram discutidos e comparados com dados de percepção, a partir da análise da matriz de confusão e das distâncias auditivas destes sons.

Descritores: Voz Alaríngea; Acústica da Fala; Percepção Auditiva

Introdução

Após a retirada total da laringe, na laringectomia total, há uma redução da inteligibilidade de fala em decorrência do comprometimento da fonte de voz. Tal alteração no aparelho fonador poderá afetar o contraste de vozeamento dos sons consonantais oclusivos, africados e fricativos (VAN AS et al., 2003; VIEIRA, 2003; JONGMANS et al., 2006; SCHUSTER et al., 2006; LUNDSTROM e HAMMARBERG, 2011a).

Dentre os métodos de comunicação disponíveis para a fala alaríngea, a prótese traqueoesfágica (PTE) é o único método que permite a fala com aproveitamento do fluxo de ar pulmonar, sendo considerada a produção de fala com melhor nível de inteligibilidade (VAN AS-BROOKS et al., 2005; MIDDAG et al., 2014). Além disso, o mecanismo de produção da fala com PTE é o mais próximo possível da fala laríngea, pois os falantes com PTE não precisam realizar manobras para introdução do ar no esôfago antes da realização dos movimentos articulatórios ou posicionar uma laringe eletrônica no pescoço, o que dificulta a produção da fala em termos articulatórios e temporais.

Este estudo dedicou-se a descrever dados do contraste fônico de vozeamento nas consoantes oclusivas e fricativas de falante laringectomizado total usuário de PTE. Num primeiro momento, torna-se importante caracterizar os detalhes de produção das consoantes em questão.

Na população sem alterações do aparelho fonador, a produção das consoantes oclusivas ocorre em duas fases. Na primeira, dá-se a oclusão momentânea do trato vocal, seguida da fase de sua liberação. Durante a fase de oclusão, a pressão de ar aumenta progressivamente na cavidade oral. A segunda fase é iniciada pela abertura da oclusão e finalizada com um breve ruído, que é denominado na literatura como plosão ou *burst*. Do ponto de vista acústico, observa-se, na consoante oclusiva não vozeada, um período de silêncio no espectrograma de banda larga, seguido do *burst*. Nas oclusivas vozeadas, por sua vez, observa-se, no espectrograma de banda larga, a presença de barra de vozeamento, que representa a vibração de pregas vocais, seguida de um breve intervalo de ruído (*burst*). Para as oclusivas vozeadas, a pressão intraoral não é tão elevada, visto que esta é parcialmente dissipada durante a vibração das pregas vocais (BARBOSA; MADUREIRA, 2015).

A produção das consoantes fricativas vincula-se a uma condição diferenciada daquela das oclusivas, em que um estreitamento no trato vocal gera uma condição de turbulência do ar. O ruído gerado é contínuo, graças à obstrução parcial criada pela aproximação dos articuladores. Em termos acústicos, a turbulência corresponde à fricção com ruído de alta frequência. Na consoante fricativa vozeada é encontrada a barra de sonoridade ou barra de vozeamento, que é associada, fisiologicamente, à vibração das pregas vocais, geralmente com faixa de frequências abaixo de 400 Hz (BARBOSA; MADUREIRA, 2015).

Diante da revisão dos preceitos articulatórios e acústicos da produção de consoantes obstruintes (em que o contraste de vozeamento se faz presente), pode-se afirmar que, para a produção do contraste de vozeamento são necessários a integridade e o funcionamento adequado dos mecanismos de controle do volume pulmonar, da dinâmica respiratória, das condições aerodinâmicas da glote, dos músculos laríngeos, dos órgãos fonoarticulatórios e do sistema auditivo (GREGIO, 2005; CAMARGO, 2008).

Após a laringectomia total, além da laringe ser removida, são realizadas ressecções e reconstruções ampliadas para a região supraglótica, muitas vezes associadas a

procedimentos de esvaziamento cervical. Por vezes, há demanda de reconstruções das vias aerodigestivas superiores com tecidos do trato gastrointestinal, o que provoca drásticas mudanças anátomo-fisiológicas. Outro fator a interferir na produção da fala refere-se às condições pulmonares, que não são as mais propícias, devido ao uso abusivo de tabaco, comum nos casos de câncer de laringe (GUERRA et al., 2005).

Devido a estas limitações anátomo-fisiológicas, pode-se supor que as principais dificuldades na produção da fala por parte dos laringectomizados totais sejam as sincronizações de gestos articulatórios àqueles da neoglote. Para os teóricos da fonologia articulatória (BROWMAN; GOLDSTEIN, 1986), o gesto articulatório é o primitivo de análise, que é descrito em termos dinâmicos por uma equação de movimento articulatório simples que propicia a descrição de regras gradientes. Esta base teórica torna-se importante para o enfoque das produções dos falantes laringectomizados totais, pois em diversas línguas (DOYLE; HAAF, 1989; VIEIRA, 2003; HADERLEIN et al., 2009; CUENCA; BARRIO, 2010; JONGMANS et al., 2010; SLEETH, 2012) são referidas produções intermediárias na fala de laringectomizados totais com PTE.

Para estudar o contraste fônico de vozeamento, as medidas acústicas mais usadas são *Voice Onset Time (VOT)*, duração da consoante oclusiva, duração das vogais adjacentes à consoante oclusiva, frequência fundamental (f_0) no início da vogal seguinte à consoante oclusiva, frequência do primeiro formante (F_1) no início da vogal seguinte à consoante oclusiva e duração da plosão (LIBERMAN et al., 1958; LISKER e ABRAMSON, 1964; GREGIO, 2013). O emprego de um grupo de medidas acústicas para descrição do referido contraste revela que são necessárias diversas pistas para se construir, do ponto de vista perceptivo, a informação da distinção entre sons vozeados e não vozeados.

Para os registros de fala de laringectomizados totais, é importante saber quais são as pistas acústicas mais relevantes para a implementação do contraste de vozeamento, e como ocorre a dinâmica dos ajustes temporais para atingir os alvos articulatórios, uma vez que a qualidade do som resultante da vibração das paredes do esôfago, e inclusive da faringe, pode interferir de maneira importante na percepção da fala destes indivíduos.

Este estudo tem como objetivo apresentar e discutir dados de contraste fônico de vozeamento de amostras de fala de um laringectomizado total com PTE.

Métodos

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da PUC-SP, com o número de certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) 40940114.0.0000.5482.

O sujeito em questão é do gênero masculino (56 anos), residente no interior de São Paulo. Foi submetido a laringectomia total por carcinoma espinocelular da laringe, com esvaziamento cervical bilateral. Também foi submetido a radioterapia tipo Telecobaltoterapia com dose média de 5000 cgy. O sujeito faz acompanhamento pós-operatório na Divisão de Cirurgia de Cabeça e Pescoço do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto há um ano e passou por cinco sessões de atendimento fonoaudiológico para habilitação da voz e da fala traqueoesofágica.

a) Corpus e gravação dos estímulos

Para a elaboração do *corpus*, foi considerada a estrutura silábica mais frequente no Português Brasileiro (vocábulo dissílabo e paroxítono sempre que possível), com a estrutura CVCV (Consoante-Vogal-Consoante-Vogal). O *corpus* foi composto de palavras-alvo contendo sons consonantais oclusivos e fricativos (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição da lista de palavras-alvo inseridas em tarefas de leitura de frases-veículo.

	Oclusivas			Fricativas		
Não-Vozeadas	[p]	[t]	[k]	[f]	[s]	[ʃ]
	pata	tata	cata	faca	saga	Acha
Vozeadas	[b]	[d]	[g]	[v]	[z]	[ʒ]
	bata	data	gata	vaca	zaga	haja

(Fonte: próprio autor)

Para a gravação em áudio do *corpus*, o falante foi orientado a produzir as palavras-alvos dentro de uma frase-veículo: “Diga (palavra-alvo) agora”. Sempre que possível, também foi privilegiada a presença da oclusiva alveolar não-vozeada [t] e a mesma vogal na posição pós-tônica. Os estímulos foram apresentados em ordem randomizada. Cada estímulo foi apresentado três vezes.

As gravações de amostras de fala do participante da pesquisa foram realizadas em sala acusticamente tratada ou com nível de ruído inferior a 50 dBNA, mensurado por um medidor de pressão sonora. Foram utilizados gravador digital profissional Marantz® modelo PMD661 e microfone unidirecional *headset* com alta resolução Shure® modelo WH20XLR. Os arquivos de áudio foram digitalizados em formato *wav*, mono, em taxa de amostragem de 44 kHz e 32 bits de resolução. Observou-se que o falante apresentou taxa de elocução constante durante toda a sessão de coleta.

b) Procedimentos de edição do *corpus*

Para posterior análise acústica e perceptiva, o *corpus* do estudo foi editado no programa Praat (BOERSMA; WEENINK, 2009) – desenvolvido no Instituto de Ciências Fonéticas da Universidade de Amsterdã e disponível para livre acesso em <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>.

Na edição dos arquivos para o teste de percepção, foram retiradas as palavras-alvo da frase-veículo, e inseridos intervalos de silêncio de 10 segundos antes e depois da palavra alvo analisada. Os arquivos de áudio do teste de percepção foram etiquetados para a etapa de extração das medidas acústicas de produção de fala. Para análise das medidas formânticas, a taxa de amostragem do arquivo de áudio foi convertida de 44 kHz para 10 kHz.

c) Procedimentos de extração das medidas acústicas

Foram extraídas medidas de duração das consoantes alvo e de vogal da sílaba tônica; frequências formânticas (F1, F2) e f0 da vogal nas sílabas tônica e pós-tônica; centroide do ruído no início e no fim da consoante fricativa; duração da interrupção do vozeamento na barra de vozeamento do som consonantal fricativo ou oclusivo; duração da barra de vozeamento do som fricativo ou oclusivo e da plosão. A análise das medidas de frequências formânticas e de duração foi realizada por meio da espectrografia de banda larga, com janelamento de 0.005 (5 ms), em sincronia com o traçado do oscilograma. Para a extração dos valores de frequência fundamental, foram utilizados o espectrograma de banda estreita e os traçados de *pitch*, com janelamento de 0.03 no programa Praat.

d) Teste de Percepção

Foi realizado teste de percepção com 16 ouvintes selecionados dentre os estudantes do primeiro ano do curso de graduação em Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Destes, 14 ouvintes realizaram o teste completo e foram incluídos nesta análise. Os critérios de exclusão para participação no teste referiram-se à indisponibilidade frente ao convite e à auto referência de queixas auditivas.

O teste de percepção foi realizado em formato *online*, cujo *link* foi enviado a cada um dos participantes, em conjunto com as instruções e um termo de consentimento e formulário de identificação.

Os ouvintes foram instruídos a realizarem o teste de percepção em local confortável e silencioso. O teste poderia ser realizado em dispositivos *iOS*, *Android*; *Linux* ou *Windows*. Seis participantes realizam o teste em dispositivo *iOS*, dois em dispositivos *Android* e seis em dispositivos *Windows*. Foi recomendado que os participantes fizessem o uso de fones de ouvido de boa qualidade ou o original de seu dispositivo.

Antes da realização do teste de percepção os ouvintes foram instruídos a realizar um treinamento *online* com palavras que não pertenciam ao *corpus* de estudo, mas apresentavam a mesma estrutura.

Durante o teste de percepção, 33,3% das palavras-alvos foram repetidas com o intuito de verificar a confiabilidade dos avaliadores. As questões do teste de percepção foram apresentadas de forma aleatória para cada ouvinte. Os ouvintes realizaram a transcrição ortográfica das palavras apresentadas como estímulos de áudio. O total de 728 palavras-alvo foi classificado e analisado.

e) Procedimentos de análise dos dados acústicos e perceptivos

Para comparar as características acústicas (medidas de duração das consoantes alvo; F1, F2 e f0 da vogal nas sílabas tônica e pós-tônica; centroide do ruído no início e no final da consoante fricativa; duração da interrupção do vozeamento na barra de vozeamento do som consonantal fricativo ou oclusivo; duração da barra de vozeamento do som fricativo ou oclusivo e da plosão dos sons vozeados e não vozeados) na amostra estudada foi

utilizado o teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney*. Para explorar os possíveis agrupamentos de medidas acústicas foi utilizada a técnica de agrupamento *K-NearestNeighbors* (KNN).

Do ponto de vista perceptivo, os dados foram explorados a partir da confecção da matriz de confusão de julgamentos perceptivos e do cálculo das distâncias auditivas entre os sons estudados segundo metodologia proposta por (JOHNSON, 2004).

Os dados relativos às medidas acústicas e aos julgamentos perceptivos foram analisados no programa *Microsoft Excel* e *IBM SPSS Statistics*.

Resultados e discussão

Os resultados são apresentados com base em achados acústicos e perceptivos.

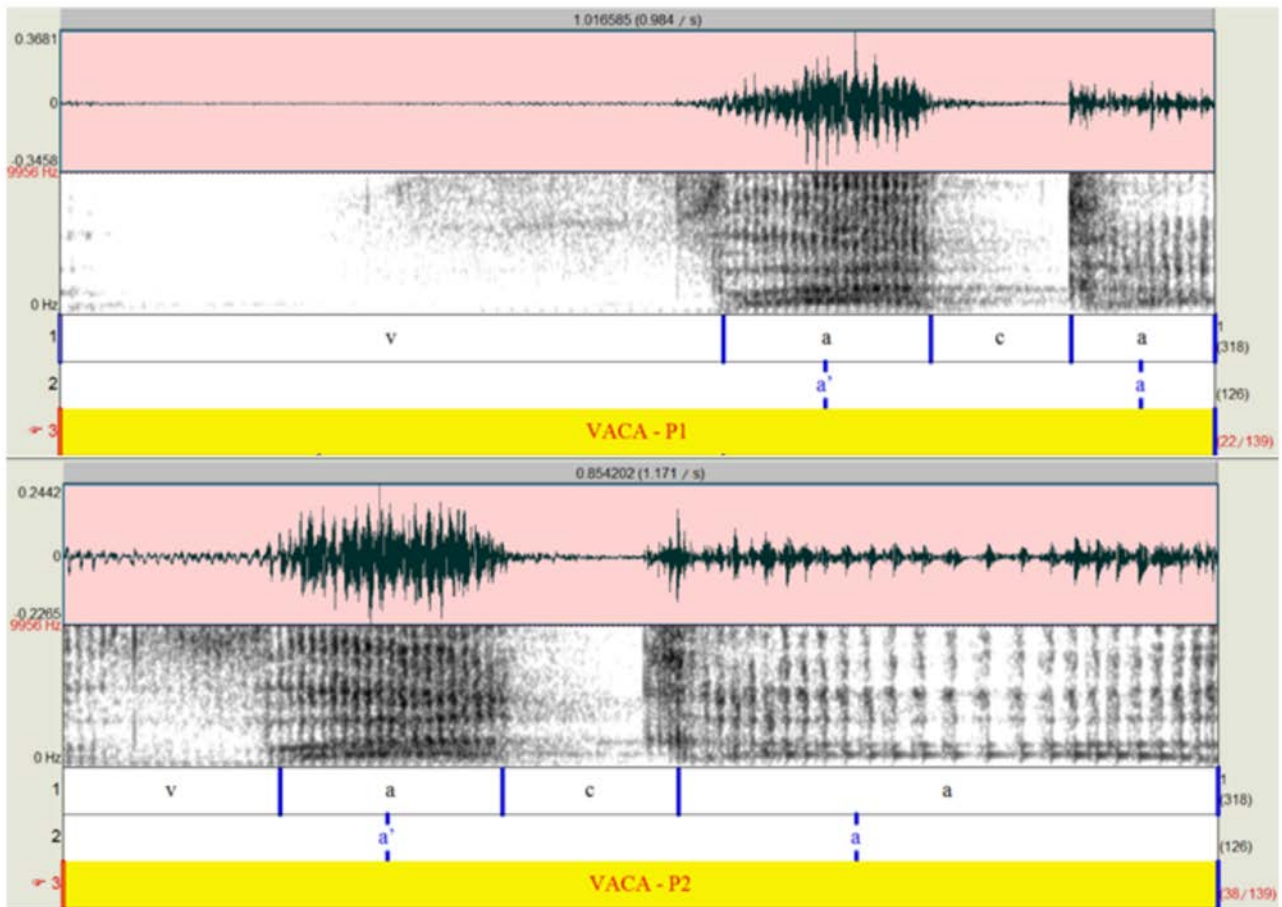
a) Análise acústica

Do ponto de vista da inspeção acústica, os resultados são apresentados e discutidos em termos da análise das consoantes fricativas e oclusivas.

1. Consoantes fricativas

Um achado frequente na análise de dados de consoantes fricativas (e oclusivas) foi a interrupção na barra de vozeamento. A interrupção do vozeamento foi mais evidente nas consoantes fricativas. Como pode ser observado na figura 1, há diferenças entre as várias produções do som consonantal vozeado [v]. Na segunda produção (P2), o vozeamento é mais consistente e contínuo.

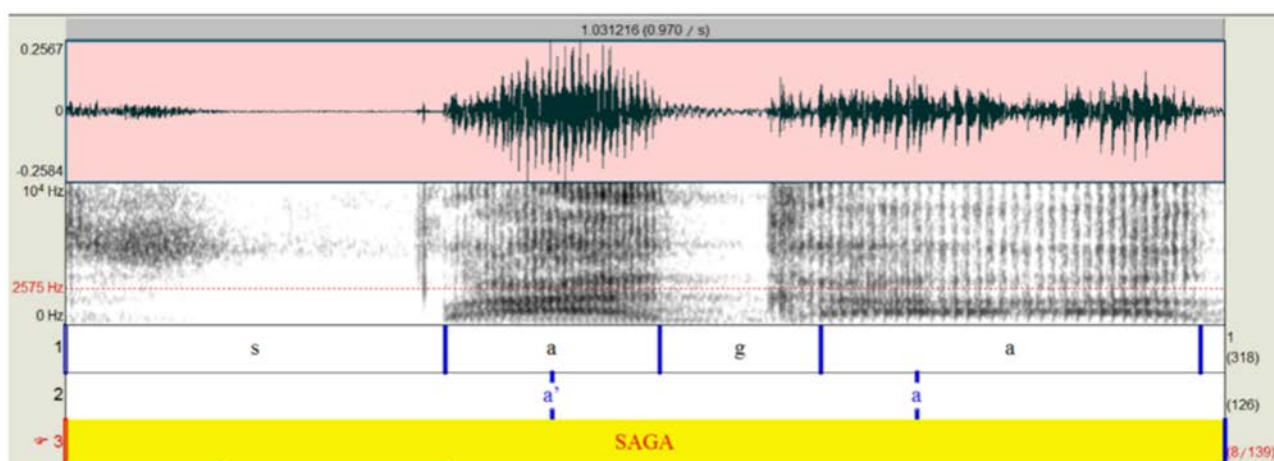
Figura 1 – Oscilograma (janela superior) e espectrograma de banda larga (janela inferior) de duas produções (P1: primeira produção; P2: segunda produção) de fricativa vozeada [v] na palavra alvo “vaca” por um falante laringectomizado total com PTE.



(Fonte: próprio autor)

Na figura 2 podem ser observadas outras características comuns na análise das consoantes fricativas na fala alaríngea, tais como a instabilidade na produção do ruído em altas frequências e presença de *clicks*, caracterizados como sons de natureza ingressiva, como breves momentos de plosão durante a produção da fricativa. Segundo a literatura especializada, a instabilidade do ruído dificulta a percepção do som fricativo, o que provoca confusões na percepção auditiva (JONGMANS et al., 2010). Tais achados também podem levar o ouvinte a confundir sons consonantais africados e oclusivos.

Figura 2. Oscilograma (janela superior) e espectrograma de banda larga (janela inferior) de fricativa não vozeada [s] na palavra alvo “saga” por um falante laringectomizado total com PTE.



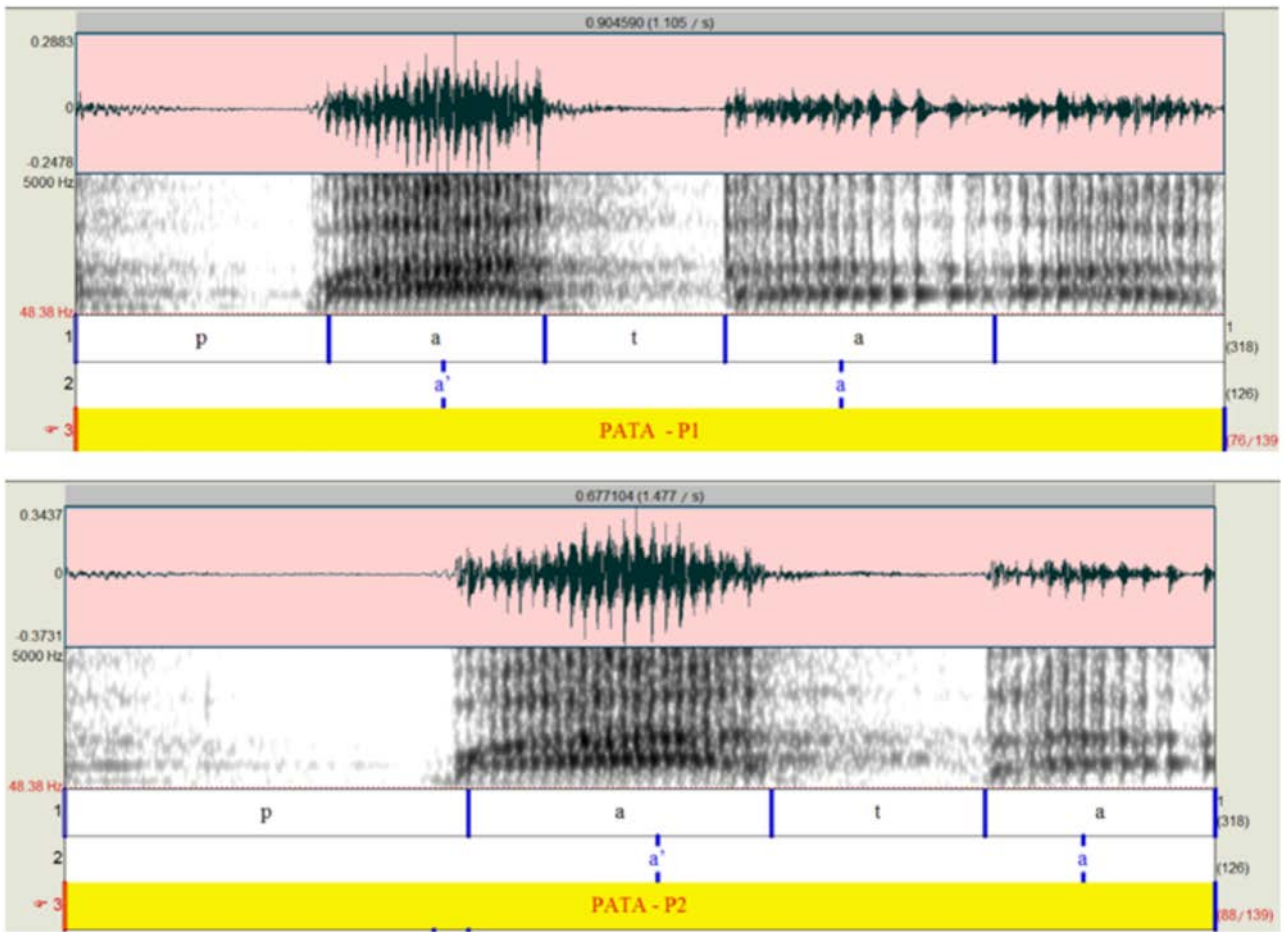
(Fonte: próprio autor)

2. Consoantes oclusivas

Para os sons consonantais oclusivos, a barra de vozeamento foi identificada, mesmo nos sons oclusivos não vozeados. É comum um certo vozeamento após a vogal em populações de falantes laríngicos (BARBOSA; MADUREIRA, 2015), mas em falantes alaríngicos, e no estudo realizado, observamos que o vozeamento após a vogal é mais longo, que em populações de falantes laríngicos. Para Doyle e Haaf (1989), o vozeamento após a vogal em falantes alaríngicos é uma das pistas que levam um som oclusivo não vozeado a ser percebido como vozeado.

Na Figura 3, o espectrograma de banda larga ilustra a presença de vozeamento na consoante oclusiva não vozeada, que pode ser observada tanto no oscilograma, quanto no espectrograma de banda larga. Este vozeamento após a vogal, mesmo que intermitente, não é encontrado para falantes do português brasileiro. Para alguns autores (DOYLE; HAAF, 1989; MOST et al., 2000; SCHUSTER et al., 2006; LUNDSTROM et al., 2008), isto pode ser uma pista para perceber um som não vozeado como vozeado.

Figura 3. Oscilograma (janela superior) e espectrograma de banda larga (janela inferior) de duas produções (P1: primeira produção; P2: segunda produção) de oclusiva não vozeada [p] na palavra alvo “pata” por um falante laringectomizado total com PTE.



(Fonte: próprio autor)

b) Medidas acústicas

As medidas acústicas expostas nas Tabelas 2 e 3 revelam que, para todos os sons consonantais e vocálicos ([a]) analisados, as durações revelaram-se maiores que a média para falantes laríngenos. Tais dados estão em concordância com outros estudos realizados em populações alaríngenas (SEARL et al., 2001; VIEIRA, 2003; SEARL; OUSLEY, 2004).

Em termos de análises formânticas, foram encontrados valores aumentados de F1 e F2, quando comparados a populações de falantes laríngenos (BARBOSA; MADUREIRA, 2015), e valores reduzidos de f0, possivelmente em decorrência das mudanças anatômicas após a laringectomia total. No futuro, experimentos com manipulação da fala alaríngena poderão ser realizados para se estimar o impacto de tais achados acústicos na percepção de contraste de vozeamento (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Medidas acústicas de duração do som alvo consonantal, das vogais tônica e pós-tônica [a] adjacentes, de F1; F2 e f0 das vogais tônicas e pós-tônicas; centroide do ruído na posição inicial e final da consoante-alvo; duração das interrupções do vozeamento/silêncio no segmento; duração de *click* e de barras de vozeamento por estímulo produzidos para os sons consonantais fricativos por um falante laringectomizado total com PTE.

	[f]		[v]		[s]		[z]		[ʒ]		[ʃ]		Mann-Whitney (p-valor)
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Duração (ms)	282,00	8,72	175,00	239,37	171,00	151,76	146,00	16,64	139,00	19,08	209,00	43,51	0,08
Duração da vogal tônica (ms)	141,00	12,42	167,00	10,21	190,00	15,18	182,00	10,69	241,00	22,81	245,00	18,33	0,69
Duração da vogal pós-tônica (ms)	398,00	156,20	127,00	203,84	227,00	99,20	307,00	141,80	416,00	146,68	69,00	21,96	0,51
F1 da vogal tônica (Hz)	1122	54	981	8	1028	31	995	17	956	43	1009	61	0,01
F2 da vogal tônica (Hz)	1824	85	1732	97	1830	110	1778	9	1731	57	1783	130	0,17
F1 da vogal pós-tônica (Hz)	919	278	883	8	910	77	882	46	953	78	855	83	0,76
F2 da vogal pós-tônica (Hz)	1592	150	1701	70	1709	213	1633	89	1752	152	1963	93	0,35
f0 da vogal tônica (Hz)	117	14	117	6	134	9	122	12	109	6	108	6	0,27
f0 da vogal pós-tônica (Hz)	118	43	122	29	85	6	64	14	101	19	121	35	0,56
Centroide do ruído - Início (Hz)	143	60	8142	1510	5333	700	7136	1073	3044	88	2957	548	0,01
Centroide do ruído - Fim (Hz)	675	100	9332	1555	6893	835	8026	597	3530	356	3432	606	0,03
Interrupção do vozeamento/silêncio (ms)	212,00	8,50	0,00	195,72	0,00	102,77	0,00	0,00	0,00	70,44	90,00	7,77	0,07
Interrupção do vozeamento/silêncio (ms)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,81	0,00	0,00	0,00	0,00	19,00	24,17	0,07
Click (ms)	0,00	15,01	0,00	0,00	3,00	4,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
Barra de Vozeamento (ms)	59,00	16,44	164,00	81,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,00	15,00	0,32
Barra de Vozeamento 2 (ms)	0,00	0,00	0,00	124,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,39		0,94

Legenda

M: Mediana

DP: Desvio-Padrão

(Fonte: próprio autor)

Tabela 3. Medidas acústicas de duração do som alvo consonantal, das vogais tônica e pós-tônica [a] adjacentes, de F1; F2 e f0 das vogais tônicas e pós-tônicas; plosão e barra de vozeamento para os sons de [p]; [b]; [t]; [d]; [k] e [g] por estímulo produzidos para os sons consonantais oclusivos por um falante laringectomizado total com PTE.

	[p]		[b]		[t]		[d]		[k]		[g]		Mann-Whitney (p-valor)
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
Duração (ms)	238,00	63,41	194,00	140,84	458,00	315,50	144,00	19,97	266,00	25,97	161,00	21,93	0,08
Duração da vogal tônica (ms)	170,00	10,54	158,00	8,19	186,00	15,10	180,00	15,37	164,00	10,15	178,00	7,77	0,69
Duração da vogal pós-tônica (ms)	141,00	43,41	252,00	87,62	348,00	43,50	340,00	76,05	159,00	151,53	399,00	149,27	0,51
Plosão (ms)	19,00	1,00	9,00	3,61	17,00	15,57	12,00	3,06	20,00	7,21	20,00	6,24	0,01
Barra de vozeamento (ms)	59,00	11,36	180,00	11,02	54,00	44,50	129,00	18,36	30,00	40,95	34,00	38,97	0,17
F1 da vogal tônica (Hz)	1042	75	947	30	1003	39	996	11	1020	58	998	37	0,76
F2 da vogal tônica (Hz)	1791	85	1803	106	1822	17	1878	45	1812	31	1828	51	0,35
F1 da vogal pós-tônica (Hz)	877	90	885	27	880	103	879	36	913	119	863	42	0,27
F2 da vogal pós-tônica (Hz)	1796	97	1765	55	1689	44	1631	93	1809	88	1667	150	0,56
f0 da vogal tônica (Hz)	126	68	109	8	140	11	128	3	107	19	121	11	0,01
f0 da vogal pós-tônica (Hz)	91	9	88	9	76	8	97	12	107	23	85	59	0,03

Legenda

M: Mediana

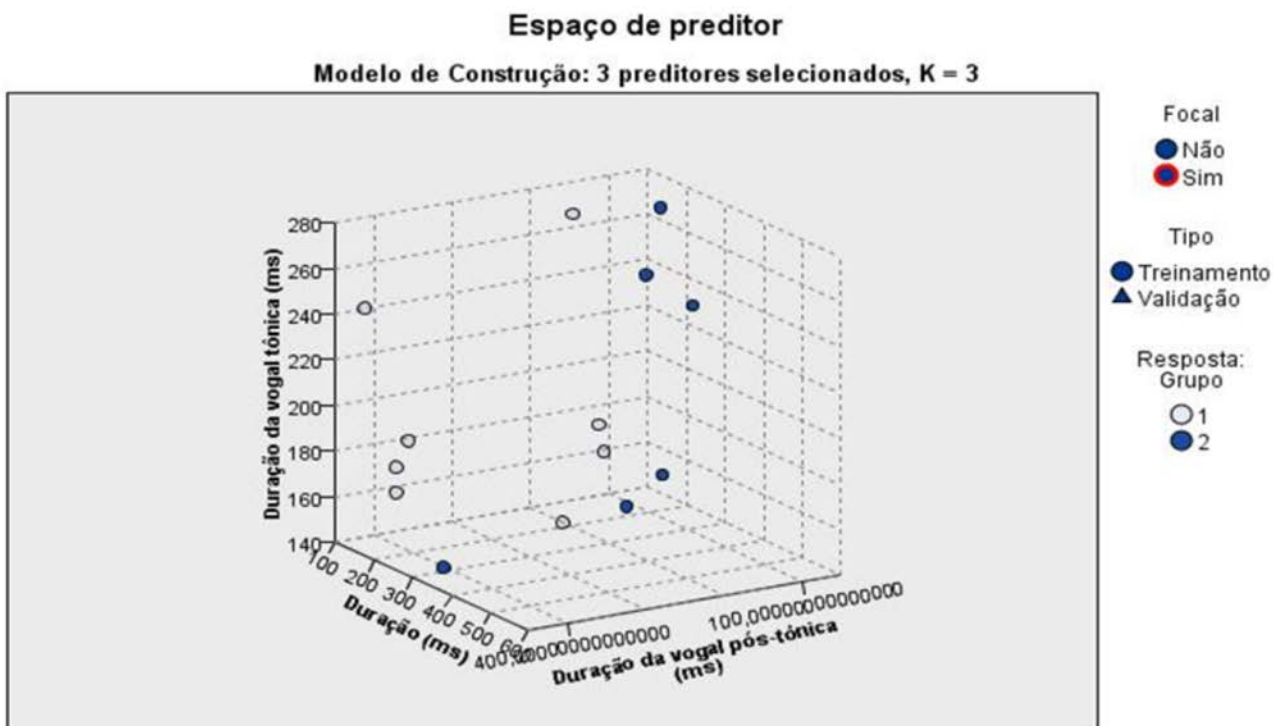
DP: Desvio-padrão

(Fonte: próprio autor)

1. Consoantes fricativas

A partir da aplicação da técnica da análise de agrupamento KNN para as medidas de duração de vogais adjacentes, as consoantes fricativas em sílabas tônica e pós-tônica, foi possível observar que estão agrupadas. Na Figura 4 podemos observar que o grupo 1 (consoantes fricativa vozeadas) está mais próximo da duração da vogal tônica que o grupo 2, que representa as consoantes fricativas não vozeadas.

Figura 4. Classificação por agrupamento KNN (k *Nearest Neighbour*) para as consoantes fricativas, em que o grupo 1 representa o grupo das consoantes vozeadas e o grupo 2 aqueles das consoantes não vozeadas.



(Fonte: próprio autor)

No teste de comparação de medianas para as consoantes fricativas (Tabela 2) foi observado que as medidas de frequência do F1 das vogais adjacentes às consoantes vozeadas foram reduzidas, quando comparadas aos valores dos sons não vozeados. Este fator pode ser uma pista acústica para que os ouvintes identifiquem sons vozeados e não vozeados. Van Summers (1988) relata que valores reduzidos de F1 nas vogais e no *offset* posterior às consoantes fricativas vozeadas são fatores que reforçam a percepção do vozeamento destes sons. Para Peterson e Lehiste (1960), o valor de F1 também é fundamental na sinalização do vozeamento das fricativas.

São várias as pistas acústicas envolvidas na percepção do contraste de vozeamento da fala laríngea, tais como a influência da transição de formantes, especialmente de F1, da duração das vogais e das consoantes, da presença de barra de vozeamento as características do *burst* (BARBOSA; MADUREIRA, 2015).

Nas consoantes fricativas (Tabela 2), a duração das consoantes não vozeadas foi maior, e as vogais pós-tônicas revelaram durações aumentadas quando as consoantes foram vozeadas, o que é compatível com a literatura para fala alaríngea (DOYLE; HAAF, 1989; VIEIRA, 2003; JONGMANS et al., 2010).

Quanto às medidas de centroide do ruído nas consoantes fricativas, os valores também se situaram dentro do esperado, quando comparados com populações de falantes laríngeos (BARBOSA; MADUREIRA, 2015), exceto para o som consonantal não vozeado [f]. Esta consoante dificilmente foi identificada no teste de percepção e apresentou faixa de distribuição do ruído fora do esperado para o português brasileiro. Também foi observado que as medidas de centroide do ruído apresentaram diferenças significativas nos contextos vozeado e não-vozeado (Tabela 2).

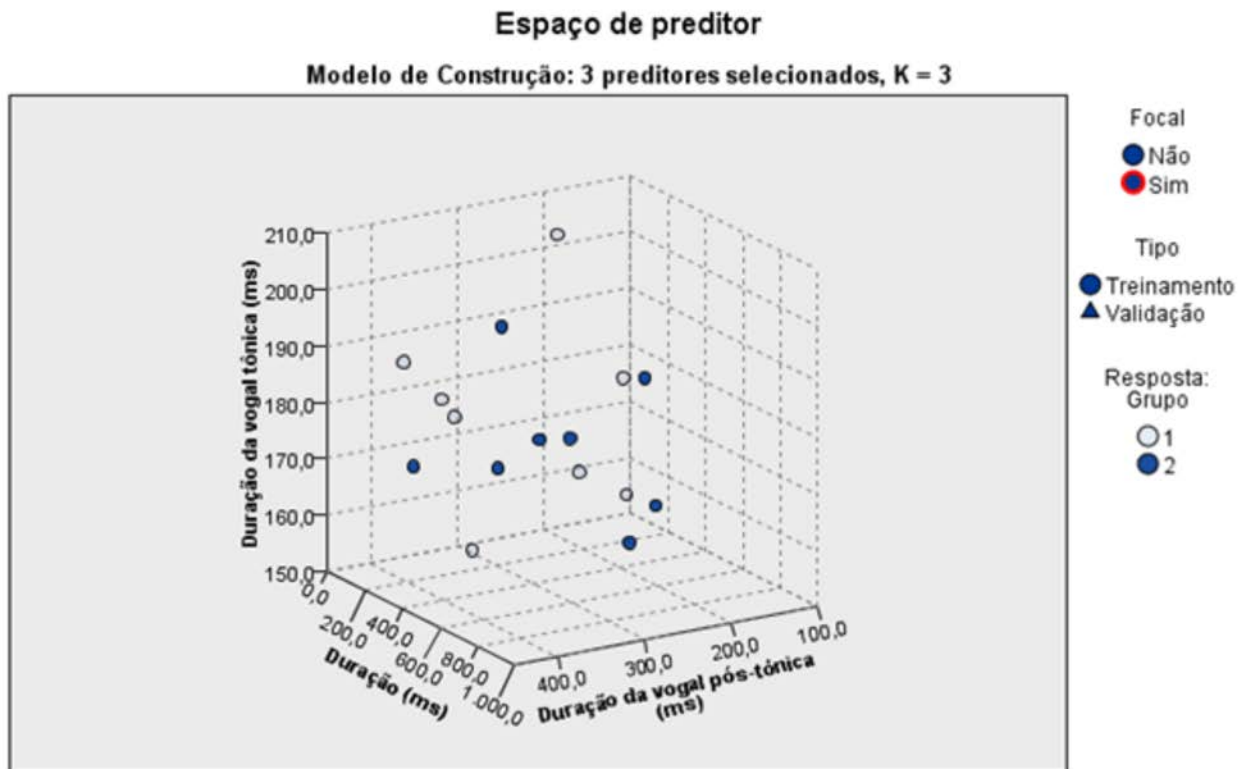
Outros fatores limitantes que podem influenciar este estudo, em especial na produção das fricativas, é a oclusão digital do traqueostoma. O ruído que escapa do traqueostoma durante a fala, mesmo com cuidados nos procedimentos de gravação, pode interferir na gravação e até mesmo no entendimento da mensagem falada (VAN AS et al., 1998). Por se tratar de um ruído contínuo, mescla-se ao ruído das fricativas, alterando a faixa de frequência das mesmas, o que pode alterar a sua percepção.

2. Consoantes oclusivas

Para análise das consoantes oclusivas (Figura 5), foi utilizada a técnica de classificação de agrupamento KNN. Os resultados demonstram a segregação das medidas de duração da consoante oclusiva, duração da vogal tônica e pós-tônica para oclusivas vozeadas (grupo 1) e não vozeadas (grupo 2).

No presente estudo, observa-se a importância do enfoque das vogais na implementação do contraste de vozeamento da fala alaríngea, o que confirma achados de outros autores (TARDY-MITZELLE et al., 1985; SEARL et al., 2001; SEARL e CARPENTER, 2002; VIEIRA, 2003; JONGMANS et al., 2010). Tais achados poderão, futuramente, após exploração em maior número de falantes, resultar em propostas/abordagens terapêuticas mais específicas para a construção de pistas para a percepção do contraste de vozeamento na fala alaríngea.

Figura 5. Classificação por agrupamento KNN (k *Nearest Neighbour*) para as consoantes oclusivas (grupo 1: consoantes vozeadas; grupo 2: consoantes não vozeadas).



(Fonte: próprio autor)

Para os sons oclusivos (Tabela 3), um fator importante para o contraste de vozeamento, além da plosão, parece ser a frequência fundamental na vogal tônica e pós-tônica. Nas consoantes vozeadas, a frequência fundamental foi menor do que nas consoantes não vozeadas. Whalen et al. (1993) relatam que quando as pistas relativas ao VOT são ambíguas, os ouvintes realizam a decisão sobre o contraste de vozeamento a partir da percepção da frequência fundamental. Os autores também afirmaram que nas consoantes oclusivas não vozeadas o valor de frequência fundamental é maior, o que está em concordância com os dados encontrados neste estudo.

De forma geral, observa-se nas tabelas 2 e 3, que os valores de duração e medidas formânticas são superiores aos valores para falantes laríngeos (BARBOSA; MADUREIRA, 2015). Tais achados de duração podem ser justificados, pois os laringectomizados totais apresentam a tendência de acentuar os movimentos da articulação, para que os sons produzidos sejam melhor compreendidos. Tal estratégia é reforçada na maioria dos programas terapêuticos em fala alaríngea. Tal indicação pode justificar o achado de aumento de duração dos segmentos.

Quanto às medidas formânticas, os valores diferem daqueles encontrados para a fala laríngea, justamente pelas modificações ocorridas no trato vogal em decorrência da cirurgia. Em termos das medidas de frequência fundamental, os achados de sua redução são atribuídos às características da nova fonte vibratória do laringectomizado total: paredes de faringe e esôfago. Diferentes tipos de experimentos de manipulação e de percepção de fala poderão ser futuramente realizados para que possa também aprofundar a investigação

sobre quais fatores são importantes na identificação auditiva do contraste de vozeamento nesta população.

c) Análise perceptiva

Numa primeira etapa de análise de dados do teste de percepção, foi gerada a matriz de confusão (JOHNSON, 2004) apresentada na Figura 6. Os sons consonantais não vozeados geraram, em sua maioria, os maiores índices de confusão em termos de percepção, assim como o som vozeado [z]. Na maioria das ocorrências, as consoantes oclusivas e fricativas não vozeadas foram identificadas como vozeadas, achados estes compatíveis com a literatura (CULLINAN et al., 1986; DOYLE et al., 1988; VIEIRA, 2003; JONGMANS et al., 2006; CLAPHAM et al., 2011; LUNDSTROM e HAMMARBERG, 2011b; SLEETH, 2012).

Em alguns casos, também houve confusões com relação ao ponto de articulação, tais como [k] identificado como [v] em 11 ocorrências, [s] identificado como [f] em 13 ocorrências, como [v] em 10 e [z] como [v] em 34 ocorrências.

Figura 6. Matriz de confusão para sons oclusivos e fricativos produzidos por uma falante laringectomizado total com PTE.

R/E	[p]	[t]	[k]	[f]	[s]	[ʃ]	[b]	[d]	[g]	[v]	[z]	[ʒ]
[p]	17	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
[t]	0	28	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
[k]	0	0	24	0	0	0	0	0	2	0	0	0
[f]	1	0	1	13	13	0	0	0	0	1	2	0
[s]	1	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
[ʃ]	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	4
[b]	22	0	2	1	0	0	38	2	0	1	0	0
[d]	0	10	1	2	0	3	3	39	1	1	1	0
[g]	0	1	3	1	0	1	0	1	38	0	0	1
[v]	1	1	11	21	10	0	1	1	0	39	34	0
[z]	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0
[ʒ]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
[dʒ]	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
*	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
[n]	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Fonte: Próprio autor)

Legenda:

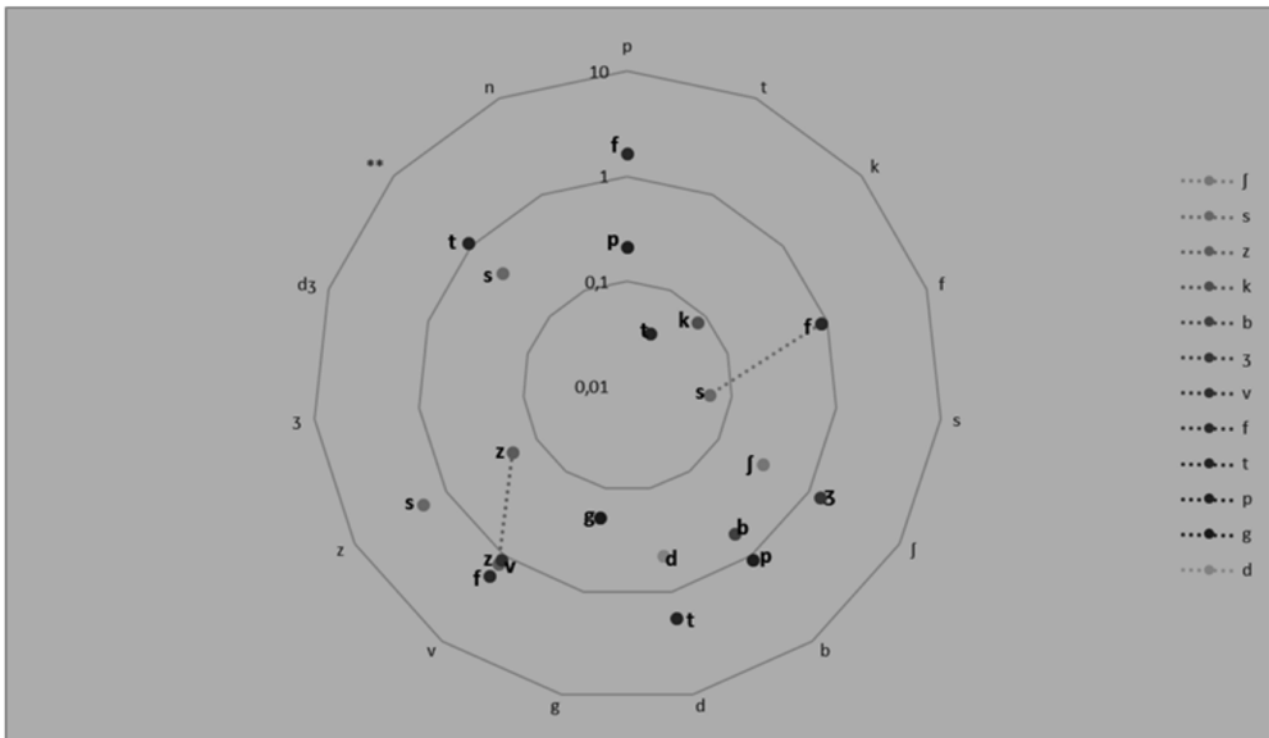
R/E → Resposta /Estímulo

*→ Estímulo não identificado pelo ouvinte

Na sequência, é apresentado e discutido o mapa das distâncias auditivas (Figura 7). Observa-se que os sons consonantais (oclusivos e fricativos) não vozeados estão mais próximos aos sons vozeados. A representação do mapa também demonstra que os sons que apresentam maiores taxas de erros na identificação auditiva ficam mais próximos (MILLER; NICELY, 1955; POLS et al., 1969; SHEPARD, 1980).

Figura 7. Mapa das distâncias auditivas de consoantes oclusivas e fricativas produzidas por um falante laringectomizado total com PTE.

As consoantes ao redor do mapa representam cada ponto do mapa, e ** é o estímulo não identificado



(Fonte: próprio autor)

Na literatura dedicada aos estudos da fala de laringectomizados totais, em diferentes línguas, como inglês (DOYLE et al., 1989; SLEETH, 2012); português brasileiro (VIEIRA, 2003); alemão (HADERLEIN et al., 2008) e holandês (JONGMANS et al., 2010; CLAPHAM et al., 2011), os autores indicam problemas gerados na inteligibilidade de fala. Os relatos de possíveis causas para redução de inteligibilidade centram-se na qualidade da voz alaríngea (rouca) e na instabilidade de produção e de manutenção da nova fonte de sonoridade. Do ponto de vista acústico, o presente estudo encontrou características de vozeamento nos sons não vozeados, como a presença de barra de vozeamento, além das características de aumento da duração das vogais adjacentes à consoante não vozeada.

Poucos estudos dedicaram-se a aprofundar a natureza dos desvios de percepção gerados pela produção de sons consonantais por laringectomizados totais.

No presente estudo, além da referida alteração em termos de tendência à percepção do vozeamento das consoantes obstruintes não vozeadas, detectamos desvios de percepção também em termos de pontos articulatórios, especialmente nos sons consonantais anteriores, como aqueles alveolares e labiodentais. Devemos considerar que as próprias adaptações da idade, dos tratamentos oncológicos, tais como radioterapia, de estado dentário, dentre outros fatores, podem interferir no funcionamento dos articuladores na produção da fala. Tais alterações somam-se aos achados de fonte vibratória descritos.

Dadas as particularidades descritas, estudos com mais detalhes sobre o contraste de vozeamento, podendo inclusive contemplar a manipulação de fala alaríngea, poderão ser realizados para se buscar entender as estratégias que os falantes alaríngeos utilizam para realizar o contraste de vozeamento.

Considerações finais

Na perspectiva acústica, de maneira geral, características de sons consonantais vozeados foram encontradas nos sons consonantais não vozeados, especialmente a presença da barra de vozeamento intermitente na fala traqueoesofágica. Também foram encontrados valores de medidas formânticas elevados, e valores de frequência fundamental menores aos mencionados na literatura para fala laríngea.

Nas consoantes oclusivas, foram encontradas diferenças estatísticas, entre sons vozeados e não vozeados, para as medidas de duração da plosão e de frequência fundamental da vogal tônica adjacente. Para as consoantes fricativas, foram encontradas diferenças estatísticas entre as consoantes vozeadas e não vozeadas, para as medidas do primeiro formante e de centroide do ruído.

Do ponto de vista perceptivo, para o mesmo ponto de articulação, sons não vozeados foram classificados como vozeados. As consoantes labiodentais e alveolares foram as que geraram maiores erros de identificação.

Os resultados deste estudo estão de acordo com achados relatados na literatura para população de falantes alaríngeos, e com os dados da literatura referentes ao contraste de vozeamento. Este estudo contribui ao campo de estudos ao abordar dados acústicos associados a dados perceptivos do contraste de vozeamento para sons oclusivos e fricativos do português brasileiro para fala alaríngea.

Referências

- BARBOSA P. A.; MADUREIRA S. Fricativas. In: CORTES, E. (Ed.). **Manual de Fonética Acústica Experimental - Aplicações a dados do Português**. 1ª Edição. São Paulo: Editora Cortez, 2015.
- BOERSMA, P.; WEENINK, D. **Praat: Doing phonetics by computer [Computer program]** 2009.
- BROWMAN, C. P.; GOLDSTEIN, L. M. Towards an articulatory phonology. **Phonology**, v. 3, n. 01, p. 219-252, 1986.
- CAMARGO, Z. N., A.L.G.P. Fonética e fonologia aplicadas à aprendizagem. In: ZORZI, J. C., S (Ed.). **Dislexia e outros distúrbios da leitura - escrita**. São Jose dos Campos-SP: Pulso, 2008. cap. 8, p.127-158.
- CLAPHAM, R. P., HILGERS, F. J. M. ; VAN SON, R. J. J. H., Automatic phonological feature evaluation: Is the effect of speech therapy seen in recognition scores for voicing and manner? **Proceedings of 12th Interspeech**, Florence, Italy, 2011.
- CLAPHAM, R.P., VAN SON, R.J.J.H.; HILGERS, F. J. M., Automatic and human evaluation of SUS stimuli for speech intelligibility evaluation before and after speech therapy, **Proceedings of 12th Interspeech**, Florence, Italy, 2011.
- CUENCA, M. H.; BARRIO, M. M. Acoustic markers of prosodic boundaries in Spanish spontaneous alaryngeal speech. **Clinical linguistics & phonetics**, v. 24, n. 11, p. 859-869, 2010.
- CULLINAN, W. L.; BROWN, C. S.; BLALOCK, P. D. Ratings of intelligibility of esophageal and tracheoesophageal speech. **Journal of Communication Disorders**, v. 19, n. 3, p. 185-195, 1986.
- DOYLE, P. C.; DANHAUER, J. L.; REED, C. G. Listeners' perceptions of consonants produced by esophageal and tracheoesophageal talkers. **Journal of Speech and Hearing Disorders**, v. 53, n. 4, p. 400-7, Nov 1988.
- DOYLE, P. C.; HAAF, R. G. Perception of pre-vocalic and post-vocalic consonants produced by tracheoesophageal speakers. **The Journal of otolaryngology**, v. 18, n. 7, p. 350-3, Dec 1989. ISSN 0381-6605.
- DOYLE, P. C.; SWIFT, E. R.; HAAF, R. G. Effects of Listener Sophistication on Judgments of Tracheoesophageal Talker Intelligibility. **Journal of Communication Disorders**, v. 22, n. 2, p. 105-113, Apr 1989. ISSN 0021-9924.
- GREGIO F.N, C. S., CAMARGO Z, MADUREIRA S. **Dados de (in)coordenação de ajustes glóticos e supraglóticos em um grupo de falantes sem queixas de sonoridade**. RESUMO: Revista da Sociedade Brasileira Fonoaudiologia, 2005.
- GREGIO, F. N. **Análise fonético-acústica do contraste fônico de vozeamento em crianças**. 2013. 173f Tese (Doutorado) - Programa De Estudos Pós-Graduados Em Linguística Aplicada E Estudos Da Linguagem, Pontifícia Universidade Católica De São Paulo, São Paulo.
- GUERRA, M. R. et al. Risco de câncer no Brasil: tendências e estudos epidemiológicos mais recentes. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 51, n. 3, p. 227-34, 2005.
- HADERLEIN, T. et al. Automatic Evaluation of Tracheoesophageal Substitute Voice: Sustained Vowel versus Standard Text. **Folia Phoniatria et Logopaedica**, v. 61, n. 2, p. 112-116, 2009.

HADERLEIN, T. et al. Text-based vs. vowel-based automatic evaluation of tracheoesophageal substitute voice. **Proceedings of IwSSIP 2008: 15th International Conference on Systems, Signals and Image Processing**, p. 295-298, 2008

JOHNSON, K. **Acoustic and auditory phonetics**. 3rd edition. New Jersey: Wiley -Blackwell, 2011.

JONGMANS, P. et al. Acoustic analysis of the voiced-voiceless distinction in Dutch tracheoesophageal speech. **Journal of Speech Language and Hearing Research**, v. 53, n. 2, p. 284-97, Apr 2010. ISSN 1558-9102 1092-4388.

JONGMANS, P. et al. The intelligibility of tracheoesophageal speech, with an emphasis on the voiced-voiceless distinction. **Logopedics Phoniatics Vocology**, v. 31, n. 4, p. 172-181, 2006.

LIBERMAN, A. M.; DELATTRE, P. C.; COOPER, F. S. Some cues for the distinction between voiced and voiceless stops in initial position. **Language and speech**, v. 1, n. 3, p. 153-167, 1958.

LISKER, L.; ABRAMSON, A. S. A cross-language study of voicing in initial stops: Acoustical measurements. **Word**, v. 20, n. 3, p. 384-422, 1964.

LUNDSTROM, E. et al. The pharyngoesophageal segment in laryngectomees--videoradiographic, acoustic, and voice quality perceptual data. **Logopedics Phoniatics Vocology Logoped Phoniatr Vocol**, v. 33, n. 3, p. 115-25, 2008.

LUNDSTROM, E.; HAMMARBERG, B. Speech and voice after laryngectomy: perceptual and acoustical analyses of tracheoesophageal speech related to voice handicap index. **Folia phoniatica et logopaedica Folia Phoniatr Logop**, v. 63, n. 2, p. 98-108, 2011a.

_____. Speech and voice after laryngectomy: perceptual and acoustical analyses of tracheoesophageal speech related to voice handicap index. **Folia phoniatica et logopaedica : official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatics (IALP)**, v. 63, n. 2, p. 98-108, 2011b.

MIDDAG, C. et al. Robust automatic intelligibility assessment techniques evaluated on speakers treated for head and neck cancer. **Computer Speech & Language**, v. 28, n. 2, p. 467-482, 2014.

MILLER, G. A.; NICELY, P. E. An Analysis of Perceptual Confusions Among Some English Consonants. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 27, n. 2, p. 338-352, 1955.

MOST, T.; TOBIN, Y.; MIMRAN, R. C. Acoustic and perceptual characteristics of esophageal and tracheoesophageal speech production. **Journal of Communication Disorders**, v. 33, n. 2, p. 165-80; quiz 180-1, Mar-Apr 2000.

PETERSON, G. E.; LEHISTE, I. Duration of syllable nuclei in English. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 32, n. 6, p. 693-703, 1960.

POLS, L. C.; VAN DER KAMP, L. T.; PLOMP, R. Perceptual and physical space of vowel sounds. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 46, n. 2B, p. 458-467, 1969.

SCHUSTER, M. et al. Intelligibility of laryngectomees' substitute speech: automatic speech recognition and subjective rating. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology and Head & Neck Eur Arch Otorhinolaryngol**, v. 263, n. 2, p. 188-93, Feb 2006.

SEARL, J. P.; CARPENTER, M. A.; BANTA, C. L. Intelligibility of stops and fricatives in tracheoesophageal speech. **Journal of Communication Disorders**, v. 34, n. 4, p. 305-321, 2001.

SEARL, J. R.; CARPENTER, M. A. Acoustic cues to the voicing feature in tracheoesophageal speech. **Journal of speech, language, and hearing research**, v. 45, n. 2, p. 282-94, Apr 2002.

SEARL, J.; OUSLEY, T. Phonation offset in tracheoesophageal speech. **Journal of communication disorders**, v. 37, n. 4, p. 371-387, 2004.

SHEPARD, R. N. Multidimensional scaling, tree-fitting, and clustering. **Science**, v. 210, n. 4468, p. 390-398, 1980.

SLEETH, L. E. **Exploring Intelligibility In Tracheoesophageal Speech: A Descriptive Analysis**. 2012. 102 (Mestrado). Health and Rehabilitation Science, University of Western Ontario, London, Ontario, Canada.

TARDY-MITZELL, S.; ANDREWS, M. L.; BOWMAN, S. A. Acceptability and intelligibility of tracheoesophageal speech. **Archives of Otolaryngology**, v. 111, n. 4, p. 213-215, 1985.

VAN AS, C. J. et al. Perceptual evaluation of tracheoesophageal speech by naive and experienced judges through the use of semantic differential scales.

Journal of Speech Language and Hearing Research, v. 46, n. 4, p. 947-959, Aug 2003.

VAN AS, C. J. et al. The influence of stoma occlusion on aspects of tracheoesophageal voice. **Acta otolaryngologica Acta Otolaryngol**, v. 118, n. 5, p. 732-8, Sep 1998.

VAN AS-BROOKS, C. J. et al. Anatomical and functional correlates of voice quality in tracheoesophageal speech. **Journal of Voice**, v. 19, n. 3, p. 360-372, Sep 2005.

VAN SUMMERS, W. F1 structure provides information for final consonant voicing. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 84, n. 2, p. 485-492, 1988.

VIEIRA, C. H. **Fala esofagica : um estudo de caso embasado nos achados anatomo-fisiologicos e na investigacao acustica das medidas de duracao**. 2003. Tese (Doutorado) - Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, Pontificia Universidade Catolica de Sao Paulo, São Paulo, 2003.

WHALEN, D. H. et al. F0 gives voicing information even with unambiguous voice onset times. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 93, n. 4, p. 2152-2159, 1993.

Pesquisa de doutorado em desenvolvimento no Programa de Estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, sob a orientação da Profa. Dra. Zuleica Camargo, com auxílio do CAPES.

Agradecimentos

Prof. Dr. Hilton Marcos Alves Ricz e Profa. Dra. Lílian Neto Aguiar Ricz pelo apoio à realização da coleta de dados no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

CAPÍTULO 4

DADOS PERCEPTIVO-AUDITIVOS E ACÚSTICOS COMO INDICADORES PROSÓDICOS DA FALA EM CRIANÇA COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA

Aline Neves Pessoa-Almeida
Beatriz Cavalcante Caiuby Novaes
Zuleica Camargo

Resumo

A utilização das ferramentas das Ciências Fonéticas na Clínica Fonoaudiológica tem possibilitado a descrição do detalhamento da plasticidade do aparelho fonador em crianças com deficiência auditiva (DA). A partir do roteiro VPAS-PB, os julgamentos de qualidade vocal e de dinâmica vocal têm sido correlacionados a medidas acústicas. Neste estudo, são apresentados e discutidos achados perceptivos e acústicos de interações entre ajustes do trato vocal (diminuição de extensão de articuladores) e de tensão muscular geral e laríngea, além dos elementos de dinâmica vocal (de extensão e variabilidade de *pitch* e *loudness*) de criança com DA. Tais resultados podem ser tomados como diretrizes para sistematização do método fonoaudiológico e entendimentos acerca de indicadores de desempenho de produção e percepção de fala.

Descritores: Acústica da Fala; Qualidade vocal; Deficiência auditiva; Medida da Produção da Fala

Introdução

Em indivíduos com deficiência auditiva (DA), a demanda por indicadores que contribuam com assertivas técnicas à programação de dispositivos eletrônicos e estratégias terapêuticas é sempre presente. Tais diretrizes podem colaborar com o desenvolvimento de habilidades de percepção e produção de fala (ABBERTON, 2000; BERNSTEIN; WEISMER, 2000; MENDES, 2003; BARZAGHI-FICKER, 2003; COX, 2004; ROBBINS et al., 2004; PEREIRA, 2007; FABRY, 2005; CUKIER; CAMARGO, 2005; COSTA et al., 2006; MOELLER, 2007; SININGER et al., 2010; BAUDONCK et al., 2011; PESSOA et al., 2012; CAMARGO, 2012).

Elucidar as dimensões relevantes ao desempenho comunicativo em indivíduos em fase de desenvolvimento, como crianças, demanda especificidade a partir de um pressuposto fonético que contemple o dinamismo existente em diferentes momentos do tratamento fonoaudiológico. Ao considerarmos a maturação contínua dos processos de construção de alvos acústico-articulatórios em crianças com DA, instaura-se o desafio da busca pelo delineamento metodológico que permita a proposição de balizadores que sinalizem as características de evolução do desempenho comunicativo (BAILLY, 1997; PERRIN et al., 1999).

Sabe-se que a utilização das ferramentas das Ciências Fonéticas na Clínica Fonoaudiológica tem possibilitado o detalhamento da plasticidade do aparelho fonador em casos de alterações de fala (BENNINGUER, 2010). Especialmente na normalidade, as características recorrentes (ou de longo termo) traduzem as tendências do aparelho fonador em se submeter a um (ou mais) ajuste(s) muscular(es) particular(es) de longa duração. Tais ajustes têm possibilitado a análise de diferentes níveis de relação entre as instâncias prosódicas e segmentares da fala (ABERCROMBIE, 1967; ALBANO et al., 1997; CAMARGO, 2012).

Ferramentas que sejam sensíveis às possibilidades de análise da plasticidade de um sistema que, singularmente, traz como resultado a definição do perfil de qualidade da fala são bem vindas. Acrescente-se a isto o conjunto de fenômenos da fala que incluem a variabilidade de frequência, intensidade e duração em longo termo, no campo da dinâmica vocal. Desta combinação, ressalta-se a importância da abordagem prosódica. Segundo Barbosa (2010), neste campo, cabe a análise das unidades fônicas e de suas relações, desde a sílaba até o texto oral. Assim, a instância prosódica permite definir a modalidade do enunciado (declarativa, interrogativa ou exclamativa); organizar a fala estruturalmente por meio de encadeamento e de proeminência, em sua interação com a sintaxe; definir atitudes no ato de fala e, portanto, estabelecer a relação entre os falantes; expressar emoções e até mesmo caracterizar o falante (socialmente e fisicamente, por exemplo) (SCHEINER et al., 2006; BARBOSA, 2010).

Tais elementos, desde as primeiras vocalizações e balbucios de bebês e crianças pequenas, têm papel fundamental, tanto na percepção como na produção dos sons da fala. São subsidiados pelo contínuo aperfeiçoamento de manobras a serem alcançadas na fala e se entrelaçam ao desenvolvimento simbólico e cognitivo na construção das relações entre som e sentido (BOYSSON-BARDIES et al., 1989; MEIER et al., 1997; TAIT et al., 2000; SERKHANE et al., 2007; IVERSON et al., 2007).

Ao considerarmos as condições de sincronização e de manejo do aparelho fonador de crianças com deficiência auditiva, na análise da fala em perspectiva de longo-termo, temos

a possibilidade de explorar ferramentas fonéticas para indicar quais seriam as combinações de elementos que revelam as instâncias prosódicas e segmentais. Tal abordagem pode permitir levantar indicadores que impactam o prognóstico desta população.

A partir do roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme* para o Português Brasileiro (VPAS-PB), disponível no [Anexo 1](#), os julgamentos perceptivo-auditivos de dados de fala (de qualidade vocal e de dinâmica vocal) têm sido correlacionados a dados acústicos. Achados perceptivos e acústicos de ajustes do trato vocal associados àqueles de tensão muscular geral e laríngea, além dos elementos de dinâmica vocal, podem ser tomados como indicadores dinâmicos, que permitem entendimentos acerca do desfecho clínico. Além disso, podem resultar em diretrizes para sistematização do método fonoaudiológico, tanto no âmbito de manejos e estratégias de reabilitação, quanto para reflexão diante da programação dos algoritmos de dispositivos auditivos, que dão acesso aos sons de fala (CAMPISI et al., 2005; COSTA et al., 2010; NOVAES e MENDES, 2011).

Diante disto, metodologicamente, a adoção do roteiro VPAS-PB (Camargo e Madureira, 2008) tem permitido a descrição dos elementos prosódicos do resultado da ação conjunta da laringe e do trato vocal supralaríngeo, e de evolução de elementos como *pitch*, *loudness*, uso de pausas, taxa de elocução e suporte respiratório, dentre outros. Contempla as tendências de longo termo da produção da fala que caracterizam um falante em particular, produtos das atividades respiratória, laríngea/fonatória e supralaríngea/articulatória.

Conjuntamente, a qualidade vocal e a dinâmica vocal têm sido exploradas por meio da combinação de um grupo de medidas acústicas (ABERCROMBIE, 1967; HAMMABERG; GAUFFIN, 1995; BARBOSA, 2009; CAMARGO; MADUREIRA, 2009; RUSILO et al., 2011), extraídas a partir do *script Expression Evaluator* (BARBOSA, 2009). Tal procedimento gera medidas extraídas automaticamente: frequência fundamental - f_0 (mediana, semi-amplitude entre quartis, assimetria e quantil 99,5%) e 1ª derivada de f_0 (média, desvio padrão e assimetria), intensidade (assimetria), declínio espectral (média, desvio-padrão e assimetria) e espectro de longo termo - ELT (desvio-padrão).

As correspondências estabelecidas entre dados perceptivos e acústicos têm permitido abordar a variabilidade de padrões contidos na fala, inclusive a descrição prosódica, a partir do detalhamento das combinações de ajustes do trato vocal adotadas pelas crianças em suas singulares construções de perfil enquanto falante.

Nesse contexto, identifica-se como campo fértil à situação de fonoterapia, que oferece o contexto de fala semi-espontânea ser audiogravada (PESSOA et al., 2012), nas quais as manobras e as habilidades em termos das produções articulatórias adotadas pelo falante, a cada momento, podem sinalizar marcos de prováveis tentativas de atingir os alvos acústico-articulatórios. As tendências e combinações são, por fim, particulares a cada indivíduo e específicas de cada etapa de evolução de habilidades auditivas e de linguagem que definem o seu perfil comunicativo.

Diante do exposto, este estudo emprega ferramentas do campo da Fonética, buscando definir indicadores prosódicos a partir de descrições perceptivo-auditivas e acústicas de fala em uma criança com deficiência auditiva. Para tanto, foram analisadas amostras de fala semi-espontânea audiogravadas em contexto de terapia fonoaudiológica em três diferentes momentos do desenvolvimento.

Métodos

Este estudo utilizou amostra de fala (diferentes enunciados de natureza semi-espontânea) de uma criança com deficiência auditiva usuária de implante coclear (IC) em fase de aquisição de linguagem oral-verbal audiogravados com microfone de lapela durante fonoterapia em três momentos distintos (Quadro 1).

Quadro 1. Dados da criança com deficiência auditiva nos três diferentes momentos analisados: início do uso de AASI (idade cronológica), inserção do IC (idade cronológica) e tipo de IC (unilateral ou bilateral), momento da gravação (idade cronológica e idade auditiva: ano; mês).

Falante	Início uso de AASI (idade cronológica: ano; mês)	DA	IC - cirurgia (idade cronológica: ano; mês) / tipo (unilateral ou bilateral)	Momentos audiogravados (idade cronológica / idade auditiva em ano; mês)
X	0;4	sim	2;9 / unilateral	Momento 1 (4;8 / 1;10), Momento 2 (5;8 / 2;10), Momento 3 (7;7 / 4;9)

(Fonte: próprio autor)

Nos três distintos momentos a criança, com o implante coclear, apresentava limiares auditivos em campo para tons puros melhores do que 30 dB para frequências graves e agudas do audiograma. Fazia acompanhamento audiológico sistematizado e era assídua ao processo de reabilitação fonoaudiológica. As produções de fala da criança foram áudio-gravadas em contexto de fonoterapia, na cadência discursiva no diálogo com a fonoaudióloga em situações lúdicas. O objetivo geral da terapia foi o de estimular o desenvolvimento de habilidades auditivas, de fala e de linguagem, em abordagem oral-verbal, a partir de situações lúdicas. A coleta ocorreu durante sessões que aconteceram regularmente, de duas a três vezes por semana, com duração de 45 minutos a uma hora. Para a gravação do *corpus*, foram utilizados um microfone unidirecional *ML 70-D Lapela (Le son)* e um gravador digital *MD Sony modelo MZ-R70*.

Para compor o *corpus* de pesquisa, como critério de exclusão, adotou-se a qualidade da gravação. Com base na inspeção da onda sonora, algumas emissões de fala foram excluídas por conterem ruídos gerados pela movimentação da criança, do ambiente ou ainda de algum material lúdico utilizado.

O processo de etiquetagem ocorreu a partir da identificação de trechos de produção de fala semi-espontânea, nos quais foram demarcados enunciados. Tais trechos compuseram o *corpus* de diferentes modalidades de enunciados que apresentaram durações entre 03 e 10 segundos.

Os processos de edição, tratamento e análise das amostras foram realizados no Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) da PUC-SP. O material foi digitalizado na frequência de amostragem 22050 Hz e 16 bits, extensão *wav*, a partir do *software Sound Forge Edit (versão 7.0)*.

A análise perceptivo-auditiva foi realizada por meio do roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme (VPAS-PB)*, a partir de julgamentos de qualidade e de dinâmica vocal, realizados

em consenso por dois juízes experientes no uso do referido instrumento. Os dados foram sistematizados em planilha de vetores.

A análise acústica foi conduzida a partir da aplicação do *script ExpressionEvaluator* ao *software Praat* v.10. Os dados foram sistematizados em planilha *Excel*.

A análise de dados deu-se nas modalidades transversal (correlatos perceptivos e acústicos de qualidade vocal e dinâmica vocal) e em longitudinal (ao longo de 35 meses), com enfoque nos indicadores de combinações de elementos prosódicos (de ajustes de qualidade vocal e elementos de dinâmica vocal) que evidenciariam evolução clínica. Tal indicativo de evolução pautou-se, especialmente, em mudanças detectadas nos ajustes de qualidade vocal e em elementos de dinâmica vocal, as quais ocorreram em sintonia com o aprimoramento dos alvos acústico-articulatórios. Tais achados evidenciam a plasticidade do aparelho fonador e a busca para contemplar a demanda expressiva da fala.

A exploração das correspondências entre as informações perceptivo-auditivas (roteiro *VPAS-PB*) e acústicas (*script ExpressionEvaluator*) pautaram-se nos procedimentos de análise aglomerativa hierárquica de *cluster* e análise de correlação canônica, por meio do *software XLStat*.

Conforme preceitos éticos, este estudo foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (CEP PUC-SP - nº 135/2009)

Resultados e Discussão

As ferramentas utilizadas foram sensíveis à identificação de variações de ajustes de qualidade vocal e de elementos de dinâmica vocal nos três distintos momentos. Em alguns momentos, a variação detectada ocorreu no grau de manifestação do ajuste ou mesmo nas combinações estabelecidas entre os vários ajustes de qualidade vocal e elementos de dinâmica vocal. Tais particularidades detectadas nos três momentos registrados não estiveram restritas ao plano prosódico, uma vez que também foi observado o progressivo refinamento no plano articulatório. Parece-nos que, a cada etapa, o aprimoramento da produção das vogais e consoantes, no plano segmental, coincidiu com novas combinações de ajustes de qualidade vocal no plano prosódico.

A condição de entendimento diante das combinações de ajustes e de manobras representou possíveis situações de instabilidade do perfil adotado pelo falante em busca de aperfeiçoamento do alvo acústico-articulatório a ser alcançado – tais achados podem, por exemplo, ser observados no Quadro 2, no qual se verificam mudanças de ajustes de articuladores representados pelo agrupamento dos julgamentos perceptivo-auditivos para as amostras do falante. A implementação de ajustes de extensão de corpo de língua diminuída (momento 2) passou a ser experimentada e regulada pela tentativa de ajuste de ponta de língua, ora avançada e ora recuada, em variações extremas de um mesmo ajuste. Tal achado reforça o processo de manobra e que, como sempre em um sistema dotado de plasticidade, e em desenvolvimento, pode interferir acentuadamente em outros que já eram adotados anteriormente.

Especialmente, nota-se, nos três momentos, a presença de ajustes que sinalizam variações abruptas, inclusive com uso de ajustes antagônicos de qualidade vocal, o que representaria a dificuldade na regulação do gesto motor e a dificuldade de controle de variabilidade e extensão do movimento (*pitch* habitual, ora elevado ora abaixado;

variabilidade de *pitch*, ora aumentada, ora diminuída; denasal, ora com ora sem, escape de ar) no momento 1 (Quadro 2).

Ainda, diante de tais evidências, ao refletirmos sobre os princípios que regem a relação entre os *settings* (ajustes), definidos como tendências de longo termo de alguma parte do aparelho fonador em assumir uma configuração particular ou um padrão de comportamento, isto é, uma tendência muscular de longo termo, destacam-se aqueles referentes à interdependência e à compatibilidade dos ajustes de qualidade vocal (LAVÉ, 1980), que atuam nos níveis acústico e fisiológico, podendo ser fundamentados no funcionamento interdependente do trato vocal laríngeo e supralaríngeo.

Na interdependência fisiológica, um ajuste particular pode acionar outro mecanismo simultaneamente, justamente pelo fato da musculatura estar interligada. Neste sentido, ainda no momento 1, por exemplo, valeria expor a importância de nos atentarmos aos dados apresentados no Quadro 2. Os mesmos revelam que os ajustes agrupados na classe 3 (dentre eles o de hiperfunção laríngea) combinados aos ajustes da classe 1 (como por exemplo ajustes de voz áspera e falsete, além da ocorrência em curto termo de quebra) provavelmente trouxeram influência e sustentaram a dificuldade de aumento de extensão de articuladores (agrupados na classe 2).

Diante destes exemplos, clinicamente, é possível interpretar sobre condições singulares do indivíduo, inclusive da anatomia individual. As variantes anatômicas do aparelho fonador podem determinar sua facilidade ou dificuldade na realização de determinada mobilização, respeitando os princípios da interdependência e da compatibilidade dos ajustes adotados (LAVÉ, 1980), e por isso ressalta-se como relevante a sensibilidade metodológica no sentido de apresentar, em contexto dinâmico e detalhado, diferentes manobras adotadas.

Dados dos três diferentes momentos (Momento 1, Momento 2 e Momento 3), revelaram os grupamentos da análise aglomerativa hierárquica de *cluster* dos julgamentos perceptivo-auditivos (quadros 2, 3 e 4 respectivamente), das medidas acústicas (tabelas 2, 3, 4 e 5) e, por fim, a análise de correlação canônica (apresentada por meio do diagrama circular das figuras 1, 2 e 3) dos dados perceptivo-auditivos (julgamentos pelo roteiro VPAS-PB) e acústicos (*script ExpressionEvaluator*) para as amostras do falante em estudo.

Momento 1

As informações referentes aos julgamentos perceptivo-auditivos a partir do roteiro VPAS-PB, às medidas acústicas geradas pelo *script ExpressionEvaluator* e às correlações entre dados perceptivo-auditivos e acústicos do falante do momento 1 são respectivamente apresentadas no quadro 2, tabelas 1 e 2 e figura 1.

Quadro 2 - Agrupamentos da análise aglomerativa hierárquica de *cluster* resultantes do processamento dos julgamentos perceptivo-auditivos pelo roteiro VPAS-PB (qualidade e dinâmica vocal) para as amostras do falante – momento 1.

Classe 1	Classe 2	Classe 3
Lábios arredondados	Extensão diminuída de lábios	Hiperfunção Laríngea
Mandíbula fechada	Extensão diminuída de mandíbula	Variabilidade de <i>loudness</i> aumentada
Ponta de língua avançada	Extensão diminuída de corpo de língua	Taxa de elocução rápida
Ponta de língua recuada		
Corpo de língua recuado		
Denasal		
Laringe elevada		
Falsete		
Voz crepitante		
Escape de ar		
Voz soprosa		
Voz áspera		
Quebra		
<i>Pitch</i> habitual elevado		
<i>Pitch</i> habitual abaixado		
Variabilidade de <i>pitch</i> diminuída		
Variabilidade de <i>pitch</i> aumentada		
<i>Loudness</i> habitual elevado		

(Fonte: próprio autor)

Tabela 1. Dados de média e de desvio-padrão das medidas acústicas geradas pelo *script ExpressionEvaluator* para as amostras do falante - momento 1.

Medidas acústicas	Média	Desvio padrão
Mediana de f0 (Hz)	305,40	39,10
Semi-amplitude entre quartis de f0 (Hz)	121,73	0,61
Quantil 99,5% de f0	1,12	0,29
Assimetria de f0	0,02	0,17
Média de derivada de f0	0,11	0,78
Desvio padrão de derivada de f0	0,03	0,02
Assimetria de derivada de f0	0,62	3,86
Assimetria de intensidade	7,55	3,73
Média de declínio espectral (dB)	2,98	0,53
Desvio-padrão de declínio espectral (dB)	0,34	0,06
Assimetria de declínio espectral	1,36	0,15
Desvio padrão de espectro de longo termo (ELT) (dB)	10,86	4,32

(Fonte: próprio autor)

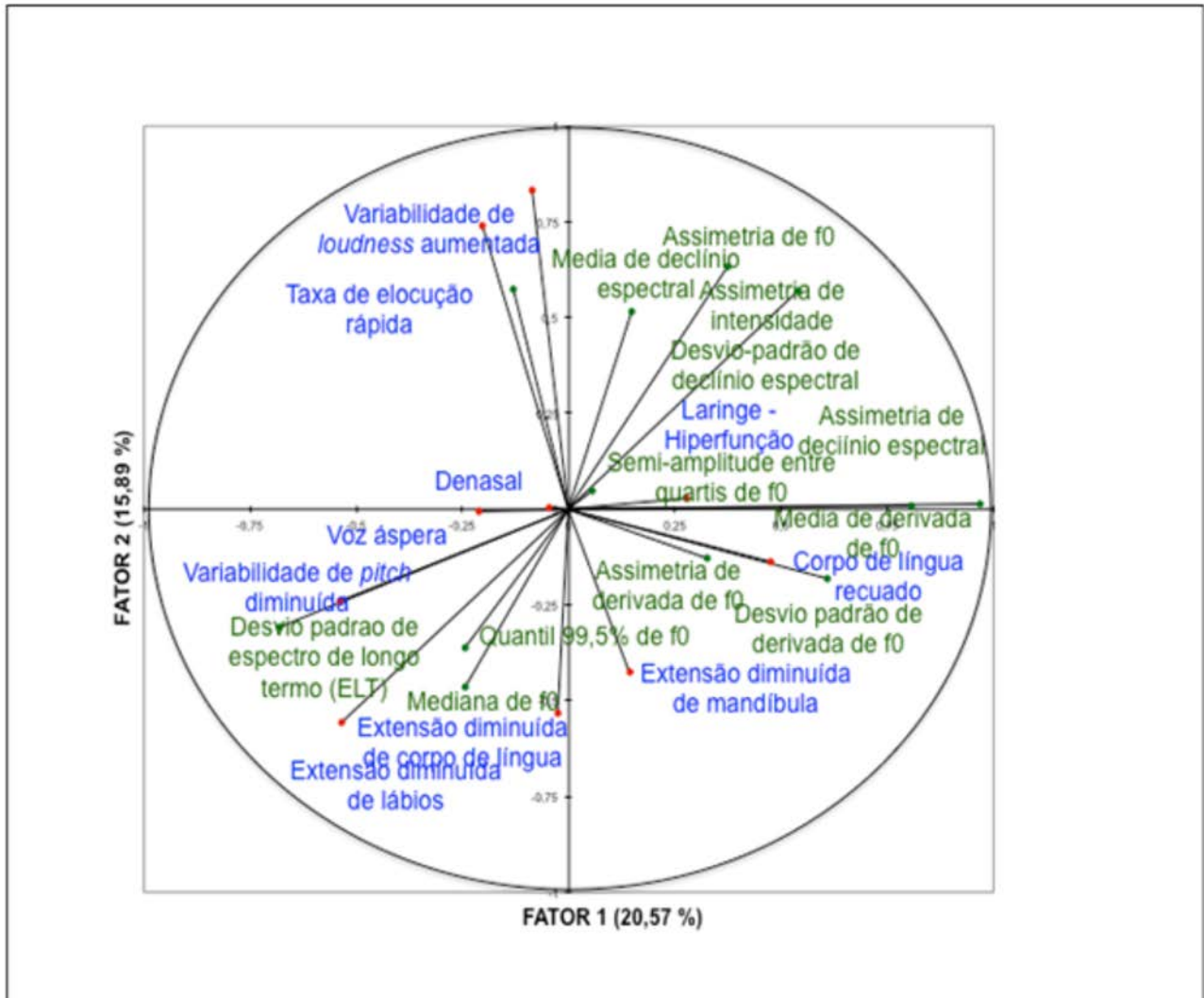
Tabela 2. Agrupamentos da análise aglomerativa hierárquica de *cluster* resultantes do processamento das medidas acústicas geradas pelo *script ExpressionEvaluator* para as amostras do Falante - momento 1.

Medidas acústicas	Classe
Mediana de f0 (Hz)	1
Semi-amplitude entre quartis de f0 (Hz)	2
Quantil 99,5% de f0	3
Assimetria de f0	3
Média de derivada de f0	3
Desvio padrão de derivada de f0	3
Assimetria de derivada de f0	3
Assimetria de intensidade	4
Média de declínio espectral (dB)	3
Desvio-padrão de declínio espectral (dB)	3
Assimetria de declínio espectral	3
Desvio padrão de espectro de longo termo (ELT) (dB)	5

(Fonte: próprio autor)

Correlatos perceptivos e acústicos

Figura 1. Diagrama circular resultante da análise de correlação canônica dos dados perceptivo-auditivos (julgamentos pelo roteiro VPAS-PB) e acústicos (*script ExpressionEvaluator*) para as amostras do falante - momento 1.



(Fonte: próprio autor)

Os dados da análise de correlação canônica dos julgamentos perceptivo-auditivos e medidas acústicas revelaram a influência de: assimetria de declínio espectral com ajuste de corpo de língua recuado (89,8%), desvio padrão de derivada de f0 com ajuste de corpo de língua recuado (61,1%), média de declínio espectral com ajuste denasal (61%).

Momento 2

As informações referentes aos julgamentos perceptivo-auditivos, medidas acústicas e as correlações entre dados perceptivo-auditivos e acústicos do falante do momento 2 são respectivamente apresentados no Quadro 3, Tabelas 3 e 4 e Figura 2.

Quadro 3. Agrupamentos da análise aglomerativa hierárquica de *cluster* resultantes do processamento dos julgamentos perceptivo-auditivos pelo roteiro VPAS-PB (qualidade e dinâmica vocal) para as amostras do falante - momento 2.

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Lábios arredondados	Extensão diminuída de lábios	Extensão diminuída de mandíbula	Laringe – Hiperfunção
<i>Pitch</i> habitual abaixado	Mandíbula fechada	Extensão diminuída de corpo de língua	
<i>Loudness</i> habitual elevado	Ponta de língua avançada	Voz soprosa	
	Ponta de língua recuada		
	Corpo de língua recuado		
	Denasal		
	Laringe elevada		
	Falsete		
	Voz crepitante		
	Escape de ar		
	Voz áspera		
	Quebra		
	Pitch habitual elevado		
	Variabilidade de <i>pitch</i> diminuída		
	Variabilidade de <i>pitch</i> aumentada		
	Variabilidade de <i>loudness</i> aumentada		
	Taxa de elocução rápida		

(Fonte: próprio autor)

Tabela 3. Dados de média e de desvio-padrão das medidas acústicas geradas pelo *script ExpressionEvaluator* para as amostras perceptíveis - momento 2.e acústicos

Medidas acústicas	Média	Desvio padrão
Mediana de f0 (Hz)	340,80	68,79
Semi-amplitude entre quartis de f0 (Hz)	121,78	0,84
Quantil 99,5% de f0	1,33	0,12
Assimetria de f0	-0,00	0,18
Média de derivada de f0	-0,21	0,82
Desvio padrão de derivada de f0	0,04	0,01
Assimetria de derivada de f0	-1,09	2,84
Assimetria de intensidade	7,41	2,20
Média de declínio espectral (dB)	2,30	0,70
Desvio-padrão de declínio espectral (dB)	0,27	0,04
Assimetria de declínio espectral	1,34	0,16
Desvio padrão de espectro de longo termo (ELT) (dB)	9,15	7,16

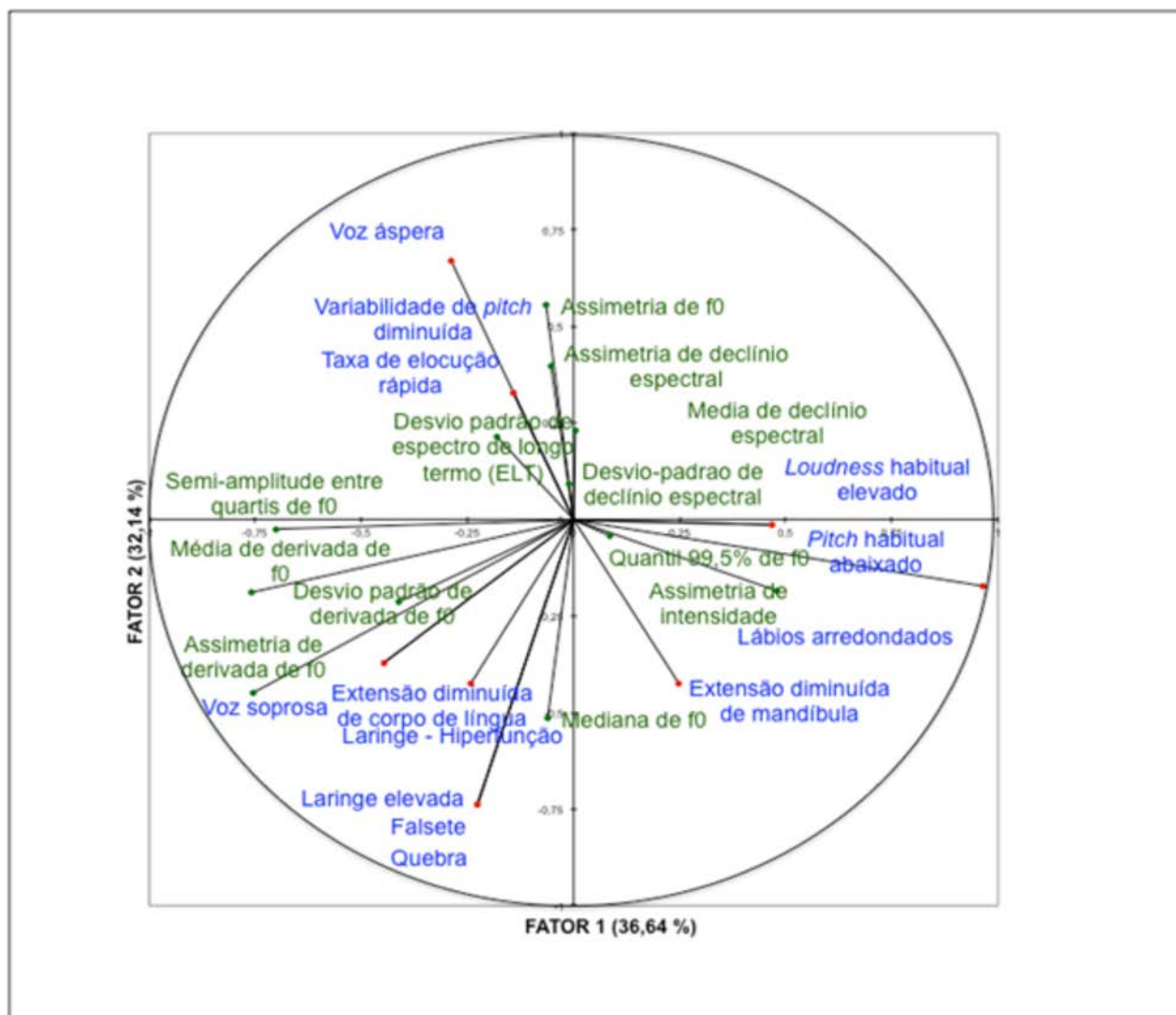
(Fonte: próprio autor)

Tabela 4. Agrupamentos da análise aglomerativa hierárquica de *cluster* resultantes do processamento das medidas acústicas geradas pelo *script ExpressionEvaluator* para as amostras do falante - momento 2.

Medidas acústicas	Classe
Mediana de f0 (Hz)	1
Semi-amplitude entre quartis de f0 (Hz)	2
Quantil 99,5% de f0	3
Assimetria de f0	3
Média de derivada de f0	3
Desvio padrão de derivada de f0	3
Assimetria de derivada de f0	3
Assimetria de intensidade	4
Média de declínio espectral (dB)	3
Desvio-padrão de declínio espectral (dB)	3
Assimetria de declínio espectral	3
Desvio padrão de espectro de longo termo (ELT) (dB)	5

(Fonte: próprio autor)

Figura 2. Diagrama circular resultante da análise de correlação canônica dos dados perceptivo-auditivos (julgamentos pelo roteiro VPAS-PB) e acústicos (*script ExpressionEvaluator*) para as amostras do falante - momento 2.



(Fonte: próprio autor)

Os dados da análise de correlação canônica dos julgamentos perceptivo-auditivos e medidas acústicas revelaram as seguintes influências: desvio padrão de derivada de *f0* com ajustes de extensão diminuída de corpo de língua (93,9%) e com voz soprosa (93,9%); ajuste de falsete com mediana de *f0* (91,3%).

Momento 3

As informações referentes aos julgamentos perceptivo-auditivos, medidas acústicas e as correlações entre dados perceptivo-auditivos e acústicos do falante do momento 3 são respectivamente apresentadas no Quadro 4, Tabelas 4 e 5, e Figura 3.

Quadro 4. Agrupamentos da análise aglomerativa hierárquica de *cluster* resultantes do processamento dos julgamentos perceptivo-auditivos pelo roteiro VPAS-PB (qualidade e dinâmica vocal) para as amostras do falante - momento 3.

Classe 1	Classe 2	Classe 3
Extensão diminuída de lábios	Extensão diminuída de mandíbula	Extensão diminuída de corpo de língua
Mandíbula fechada	Taxa de elocução rápida	
Ponta de língua avançada		
Ponta de língua recuada		
Hiperfunção laríngea		
Voz crepitante		
Escape de ar		
Voz soprosa		
Voz áspera		
Quebra		
<i>Pitch</i> habitual elevado		
Variabilidade de <i>Pitch</i> Aumentada		
<i>Loudness</i> habitual elevado		

(Fonte: próprio autor)

Tabela 4. Dados de média e de desvio-padrão das medidas acústicas geradas pelo *script ExpressionEvaluator* para as amostras do falante - momento 3.

Medidas acústicas	Média	Desvio padrão
Mediana de f0 (Hz)	315,62	43,69
Semi-amplitude entre quartis de f0 (Hz)	121,57	0,55
Quantil 99,5% de f0	1,02	0,31
Assimetria de f0	-0,03	0,15
Média de derivada de f0	0,01	0,63
Desvio padrão de derivada de f0	0,02	0,01
Assimetria de derivada de f0	0,09	3,30
Assimetria de intensidade	4,94	2,60
Média de declínio espectral (dB)	2,82	0,53
Desvio-padrão de declínio espectral (dB)	0,30	0,05
Assimetria de declínio espectral	1,29	0,12
Desvio padrão de espectro de longo termo (ELT) (dB)	14,43	4,26

(Fonte: próprio autor)

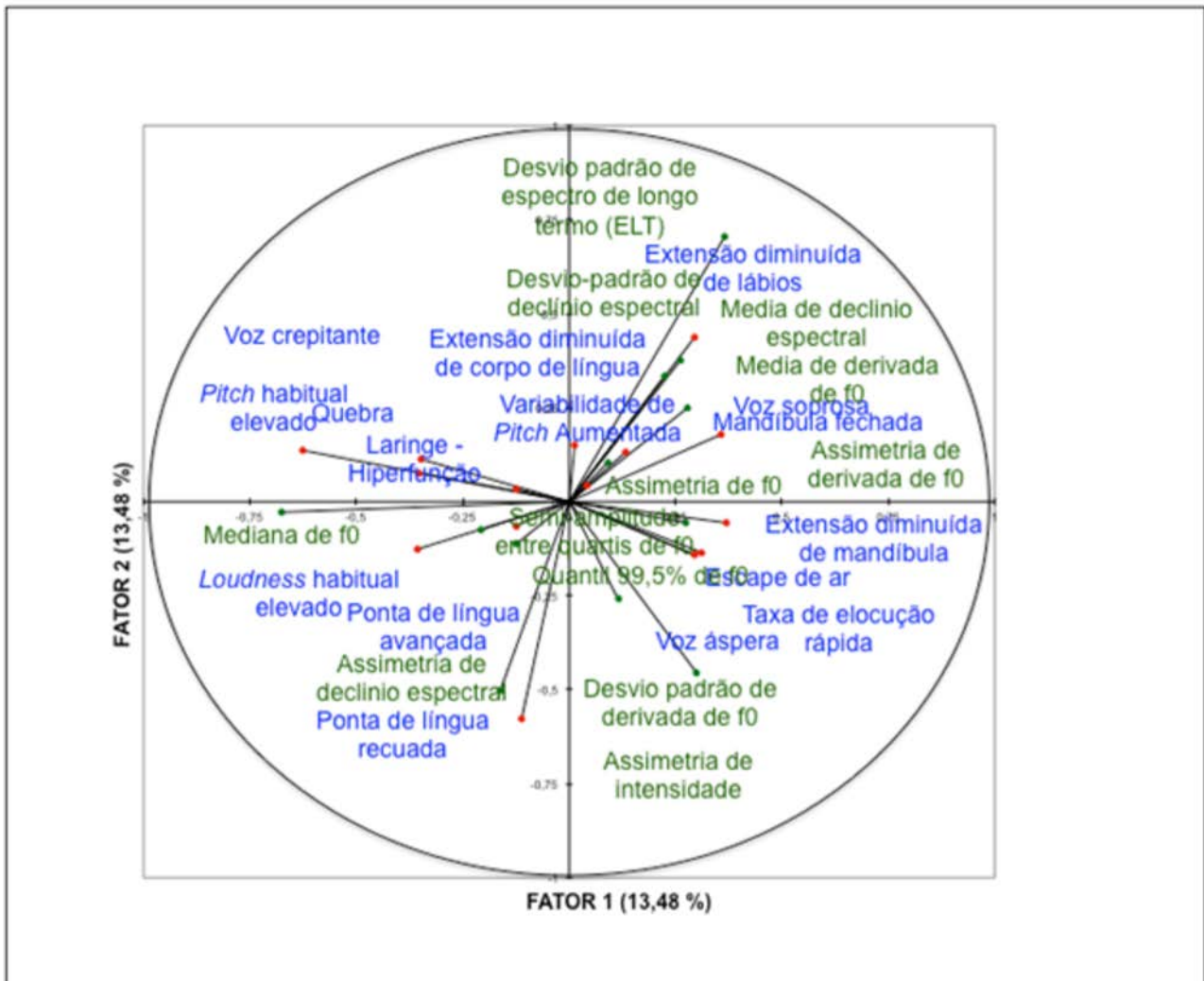
Tabela 5. Agrupamentos da análise aglomerativa hierárquica de *cluster* resultantes do processamento das medidas acústicas geradas pelo *script ExpressionEvaluator* para as amostras do falante - momento 3.

Medidas acústicas	Classe
Mediana de f0 (Hz)	1
Semi-amplitude entre quartis de f0 (Hz)	2
Quantil 99,5% de f0	3
Assimetria de f0	4
Média de derivada de f0	5
Desvio padrão de derivada de f0	4
Assimetria de derivada de f0	6
Assimetria de intensidade	7
Média de declínio espectral (dB)	8
Desvio-padrão de declínio espectral (dB)	4
Assimetria de declínio espectral	3
Desvio padrão de espectro de longo termo (ELT) (dB)	9

(Fonte: próprio autor)

Correlatos perceptivos e acústicos

Figura 3. Diagrama circular resultante da análise de correlação canônica dos dados perceptivo-auditivos (julgamentos pelo roteiro VPAS-PB) e acústicos (*script Expression Evaluator*) para as amostras do falante - momento 3.



(Fonte: próprio autor)

Os dados da análise de correlação canônica dos julgamentos perceptivo-auditivos e medidas acústicas revelaram maior influência de: mediana de f_0 com ajuste de voz crepitante (54,7%); assimetria de intensidade com ajuste de ponta de língua recuada (45,1%).

Diante do exposto, da análise conjugada de dados perceptivos e acústicos, foi possível destacar ajustes de qualidade vocal e elementos de dinâmica vocal peculiares a cada momento da criança. Foi possível detalhar o perfil de fala da criança DA usuária de IC nos três diferentes momentos, representadas pelos diagramas circulares resultantes da análise de correlação canônica (Figuras 1, 2 e 3).

Para os achados em amostras de fala semi-espontânea, nos três momentos, houve predominância pela adoção de similares ajustes de qualidade vocal e de elementos de dinâmica vocal. Os agrupamentos dos ajustes de qualidade vocal diferenciaram-se em termos de: extensão diminuída de articuladores, aumento ou diminuição de variação de extensão de *pitch* e *loudness* associados a manobras exacerbadas (dos articuladores 1) e mudanças abruptas nos ajustes ou nos elementos de dinâmica vocal, que implicaram em distintas correspondências perceptivas e acústicas.

Sobre a tendência de ajustes exacerbados (em graus aumentados) ou de variações abruptas de extensão e variabilidade de frequência e intensidade, é possível reforçar achados da literatura (WIRZ, 1986; ABBERTON, 2000; MENDES, 2009; VALERO et al., 2010; UBRIG et al., 2011). Os estudos também reforçam achados de dispersão de valores de medidas acústicas, refletindo-se em valores de desvio padrão elevados.

Diante do exposto, em concordância com os achados de literatura, os dados reforçam que, na fala de pessoas com DA há imprecisão articulatória, ou seja, em termos dinâmicos, as imprecisões na trajetória em direção ao alvo acústico-articulatório refletem-se, no plano prosódico, em instabilidades de manutenção de ajustes de qualidade vocal, especialmente, quanto à diminuição de extensão de lábios, de língua e de mandíbula. Tais ajustes podem se refletir, no plano acústico, em redução do espaço vocálico nas produções de vogais ou, mais precisamente, à sobreposição de espaços acústico-articulatórios das vogais adjacentes em estudos de natureza acústica (LEE et al., 2007; MENDES, 2009).

No presente estudo, destacaram-se, na análise de correlação canônica: (a) no momento 1, influências de medidas acústicas do nível de tensão laríngea (assimetria de declínio espectral e média de declínio espectral) e ainda, medidas de dispersão de f_0 (como desvio padrão de derivada de f_0), juntamente a achados perceptivos de ajuste de corpo de língua recuado e ajuste denasal; (b) no momento 2, observa-se que corpo de língua já começa a assumir maior variabilidade de movimento, não permanecendo na tendência de recuo, mas ainda com extensão diminuída, associado a ajustes fonatórios (voz soprosa e falsete), refletidos nas medidas acústicas de derivada de f_0 - como por exemplo os valores aumentados, no momento 2, de mediana de f_0 ; (c) no momento 3, a diminuição de medidas de mediana de f_0 com ajuste de voz modal associado à crepitação, ainda com destaque para medidas de assimetria de intensidade.

Assim sendo, as combinações características de cada conjunto da amostra destacam que, os mesmos ajustes de qualidade vocal podem gerar um novo “perfil vocal”, uma vez que mudanças nos graus dos ajustes e/ou nas suas combinações podem caracterizar novas dimensões de desempenho de produção de fala. Tal progresso pode ser identificado a partir da tendência do indivíduo em adaptar e assumir novas condições

nota de rodapé_1 Cabe aqui, detalhar sobre o ajuste de extensão de mandíbula. Considera-se o quanto o articulador cumpre ou não a trajetória esperada para a fala, desde o mínimo até o máximo de abertura versus fechamento da mandíbula, que portanto pode estar diminuída ou aumentada.

de perfil vocal, possivelmente em *prol* de maior controle da produção da fala, e que podem gerar, em alguns momentos, aumento do esforço vocal (indicado por achados de ajustes de voz crepitante e de falsete, por exemplo).

Do momento 2 ao momento 3, por exemplo, o falante diminuiu o grau de hiperfunção laríngea, o que repercutiu nos elementos de variabilidade de *pitch* e *loudness* (no momento 3 passou a cumprir a trajetória esperada para a fala com capacidade de maior versatilidade). Também houve influência na taxa de elocução. Assim, nota-se que a implementação de ajustes de qualidade vocal pode aparecer associada às manobras de aumento ou diminuição de esforço vocal. Especialmente em crianças e com DA, tais mobilizações devem ser detalhadamente monitoradas pelo fonoaudiólogo em contexto de fonoterapia, pois reforçam a demanda de não somente se descreverem os ajustes adotados, mas sobretudo interpretar os possíveis agrupamentos detectados que indicam as influências das manobras a serem trabalhadas com enfoque terapêutico.

Assim, diante dos dados perceptivos, os achados de maior grau de hiperfunção laríngea, de diminuição de extensão de lábios, mandíbula e língua, além de corpo de língua recuado combinaram-se a elementos prosódicos de elevação do *pitch* habitual, diminuição de extensão e variabilidade de *pitch* e *loudness*, suporte respiratório inadequado e aumento na taxa de elocução. Tais achados correlacionaram-se a medidas acústicas, de variabilidade de f0 e de intensidade. As correlações relatadas evidenciam a demanda pela interpretação integrada de ajustes do trato vocal, de tensão muscular geral, fonatórios e ainda de dinâmica vocal.

Ressalta-se que tal nível de descrição do plano prosódico permite explorar as possibilidades de adaptações do trato vocal no ato da produção da fala, de forma a também revelar a sua característica de plasticidade (CAMARGO, 2012) e, assim, a abordagem integrada (percepção e acústica) da produção da fala, especialmente para o caso de crianças pequenas (KRAUS, 1998; SCHAUWERSA et al., 2004; BUDER et al., 2007). Tal abordagem pode revelar pistas relativas ao controle sensorio motor da fala, no processo de aquisição de linguagem de crianças, com DA ou não, desde idades precoces (BAILLY, 1997; MEIER et al., 1997; SMITH e GOFFMAN, 1998; ABBERTON, 2000).

Metodologicamente, as medidas acústicas extraídas por meio de técnicas de longo termo (a partir do processamento de trechos de fala e não de unidades isoladas) não demandaram etiquetagem em segmentos vocálicos e consonantais, os quais podem não estar bem delimitados em determinadas produções, tanto nas etapas mais precoces de desenvolvimento da linguagem, quanto em vigência de características particulares do falante, como naquelas produções consideradas alteradas para a faixa etária. Portanto, sentenças produzidas pelas crianças avaliadas, bem como a sua composição em termos da combinação de segmentos presentes, não exerceram influência na análise dos dados. Neste sentido, a possibilidade de análise de trechos de fala coletados em situações de terapia pareceu uma opção ao mesmo tempo estimulante e desafiadora.

No caso da população eleita para o presente estudo, crianças usuárias de IC, a descrição de mobilizações possíveis entre os extremos de possibilidades de atividade vibratória de pregas vocais, associada ao entendimento diante de configurações de cavidades supralaríngeas, e de estados tensão e de relaxamento da musculatura, além de variadas extensões de frequência, de intensidade e duração, permitiram discutir parte da variabilidade de produções possíveis dentro do padrão fonético de nossa língua, no caso o PB (LAVER; MACKENZIE-BECK, 2007).

Se considerássemos valores de medidas acústicas extraídos pontualmente de determinados trechos e momentos, ou ainda de segmentos, perderíamos a possibilidade de abordagem das amostras de fala características dos vários momentos de aquisição de linguagem verbal-oral. Ressalta-se, então, a relevância da análise de longo termo, sobretudo nos indivíduos que apresentam perfil vocal caracterizado de mudanças abruptas de *pitch* para uma oitava abaixo ou acima (correspondendo a variações abruptas de f_0 e intensidade no plano acústico), como comumente referido em populações como de indivíduos com DA.

A propósito, podemos citar que, ao compararmos as medidas de f_0 habitual do falante deste estudo aos dados de crianças ouvintes para medida de formantes em vogais [a] em palavras-chave e em mesma faixa etária (BRAGA, 2009; VIEGAS, 2009), notamos que os valores obtidos da derivada mediana de f_0 nos três distintos momentos são, de fato, condizentes e próximas aos valores encontrados na literatura. No entanto, especificamente, comparando aspectos de evolução e variabilidade de f_0 , a partir da medida de mediana de f_0 e demais medidas acústicas, foi possível observar minuciosamente indicadores relevantes que englobam o entendimento de como ocorre o controle e variabilidade de utilização de f_0 em esfera prosódica. É possível entender os aspectos de controle e variabilidade da f_0 diferenciando os três momentos de coleta das amostras de um mesmo falante de modo que, por exemplo, com relação à mediana de f_0 apresentou, no momento 1, menores valores (305 Hz, com desvio padrão de 39,10) em relação aos momentos 2 e 3 (340 Hz com desvio padrão de 68,79 e 315Hz com desvio padrão de 43, respectivamente).

Tal fato, mesmo dentro dos padrões de normalidade de ouvintes, pode ser considerado como fisiologicamente diferente do esperado, uma vez que as condições anatômicas de abaixamento de laringe, com o passar do tempo, trariam diminuição dos valores de mediana de f_0 em crianças em fases posteriores de crescimento anátomo-fisiológico. Ao longo dos meses, inicialmente a pequena elevação de f_0 em relação aos ouvintes, foi seguida de abaixamento de f_0 , revelando maiores condições de mobilidade de articuladores e ainda, maiores experiências a aumento de extensão e variabilidade de intensidade e frequência.

Isto posto, evidencia-se que, especialmente na criança que está em contexto de demanda clínica e reabilitação, progressivamente, identificou-se a tendência à maior variabilidade e extensão de *pitch* e *loudness* ou melhorias na possibilidade de mobilidade de articulares.

Interpretar os dados para além da grandeza absoluta, momentânea e pontual, permitiria maior cuidado diante do que seria considerado “esforço” de trato vocal previsto e possível para aquele perfil de falante. Seria importante delimitar qual seria o momento no qual o esforço passaria a gerar consequências prejudiciais ao trato vocal e, inclusive, gerar possíveis alterações estruturais de prega vocal, como, por exemplo, comumente referida na literatura em crianças (BRAGA et al., 2009; NUSS, 2010).

O princípio da interdependência dos ajustes de qualidade vocal, que opera em níveis acústico e fisiológico, pode ser explicado pelo funcionamento interdependente do trato vocal laríngeo e supralaríngeo e dos movimentos musculares dos órgãos fonoarticulatórios (FUJIMURA; HIRANO, 1995; FOURCIN; ABBERTON, 2008; CAMARGO; MADUREIRA, 2009; CAMARGO, 2012). Entendimentos sobre a compatibilidade dos ajustes de qualidade vocal e de elementos de dinâmica vocal adotados pelo falante com DA seria relevante. A relação prosódia-segmento remete a um processo dinâmico e determinante na compreensão do perfil comunicativo de um indivíduo com DA.

Destarte, do ponto de vista acústico, medidas normalizadas (BARBOSA, 2009) implicam avanços na interpretação de dados de fala espontânea e particularmente em crianças em desenvolvimento, pela possibilidade de coletas de amostras de fala no contexto de terapia fonoaudiológica. Além disso, permitem explorar a riqueza de elementos presentes na fala espontânea, em oposição às situações de fala de laboratório (XU, 2010).

O trabalho com *corpus* não controlado oferece entendimento sobre variáveis consideradas relevantes para indicar o desfecho clínico (TYE-MURRAY et al., 1995; YOSHINAGA-ITANO et al., 2003; ROBBINS et al., 2004; EISEBERG et al., 2007; ARTIÉRES et al., 2009; WALTZMAN et al., 2010; SININGER, 2010; TANAMATI et al., 2011).

Considerações Finais

Da descrição detalhada dos elementos prosódicos, foi possível estimar a influência de alguns fatores que podem estar relacionados à predição de indicadores clínicos, evidenciados em um mesmo falante, criança com DA, em diferentes momentos de desenvolvimento de habilidades comunicativas. As ferramentas fonéticas adotadas neste estudo permitiram apontar vários níveis de interação entre ajustes do trato vocal, em tendências que envolveram ajustes supralaríngeos (diminuição de extensão de lábios, mandíbula e língua, além de ponta e corpo de língua recuados e ajuste velofaríngeo denasal), combinados aos ajustes de hiperfunção muscular geral e, especialmente, laríngea, os quais foram correlacionados a medidas de variabilidade e extensão de frequência e intensidade, assim como de declínio espectral, principalmente.

Os indicadores elencados permitiram diferenciar os três momentos de coleta de amostras de fala espontânea do falante. Além disso, foi possível levantar evidências de sua evolução, especialmente em termos das descrições perceptivas e acústicas.

Assim sendo, as mobilizações registradas podem indicar progressiva aquisição de refinamento da habilidade nas produções articulatórias e de controle motor, as quais sinalizam prováveis estratégias na tentativa de atingir os alvos acústico-articulatórios. Considerando as variáveis envolvidas no processo terapêutico de crianças com DA e o desafio de delimitarmos indicadores ao desfecho clínico, ressalta-se a condição metodológica aqui explorada, na qual foi possível correlacionar dados perceptivo-auditivos e acústicos em amostras de fala em contextos de interação em terapia e em crianças em fase de desenvolvimento.

A descrição de aspectos prosódicos da fala por meio de ferramentas que permitam o entendimento sobre a plasticidade do aparelho fonador pode repercutir em definições de balizadores intrasujeito e intersujeitos na clínica fonoaudiológica.

Referências

- ABBERTON, E. **Voice Quality of deaf speakers**. In: Kent RD, Ball MJ. *Voice Quality Measurement*. San Diego: Singular, 2000. p. 449-59.
- ABERCROMBIE, D. **Elements of general phonetics**. Edinburgh: Edinburgh University Press; 1967.
- ALBANO, E. et al. A interface fonética-fonologia e a interação prosódia-segmentos. **Estudos Linguísticos**, v. 27, p. 135-43, 1997.
- ARTIÈRES, F. et al. Impact of early cochlear implantation on the linguistic development of the deaf child. **Otology & Neurotology**, v. 30, n. 6, p. 736-742, 2009.
- BAILLY, G. Learning to speak. Sensori-motor control of speech movements. **Speech Communication**, v.22, n.1, p. 251-67, 1997.
- BARBOSA, P. A. **Incursões em torno do ritmo da fala**. Campinas: Pontes/FAPESP, 2006.
- BARBOSA, P. A. **From Syntax to acoustic duration: a dynamical model of speech rhythm production**. Oxford: *Speech Communication*, 2007 Sept. 49(9): 725-42.
- BARBOSA, P. A. **Detecting changes in speech expressiveness in participants of a radio program**. In: *Proceedings of Interspeech*. Brighton; 2009. p. 2155-8.
- BARBOSA, P. A. Prosódia: uma entrevista com Plínio Barbosa. **ReVEL**, v8, n15, 2010.
- BAUDONCK, E. D.; DHOOGHE, I.; LIERDE, K. V. Objective vocal quality in children using cochlear implants: a multiparameter approach. **Journal Voice**, vol. 25, n 6, 2011, p. 683-691.
- BENNINGUER, M. S. Quality of the Voice Literature: What is There and What is Missing. **Journal Voice**, v.25, n.6, p.647-52, 2011.
- BENTO, R. F. et al. Psychoacoustic dynamic range and cochlear implant speech-perception performance in Nucleus 22 users. **Cochlear implants international**, 2013..
- BEVILACQUA, M.C. et al. Implante Coclear. In: FERNANDES, F.D.M.; MENDES, B.C.A.; NAVAS, A.L.P.G.P. (Org.). **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2009, v.1, p.220-31.
- DE BOYSSON-BARDIES, B. et al. A crosslinguistic investigation of vowel formants in babbling. **Journal of child language**, v. 16, n. 01, p. 1-17, 1989.
- BRAGA, J. N.; OLIVEIRA D. S. F. S.; MARINHO, T. M. Frequência fundamental da voz de crianças. **Revista CEFAC**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 119-26, jan-mar 2009.
- BUDER, E.H. et al. Vibratory regime classification of infant phonation. **Journal Voice**, v.22, n.5, p.553-64, 2007.
- CAMARGO, Z.; VILARIM, G. S.; CUKIER, S. Parâmetros perceptivo-auditivos e acústicos de longo termo da qualidade vocal de indivíduos disfônicos. **Revista CEFAC**, v. 6, n. 2, p. 189-96, 2004.
- CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S. Avaliação vocal sob a perspectiva fonética: investigação preliminar. **Distúrbios da Comunicação**, v.20, n.1, p. 77-96, 2008.

- CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S. Dimensões perceptivas das alterações de qualidade vocal e suas correlações aos planos da acústica e da fisiologia. **Rev. DELTA - Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada PUC-SP**, v. 25, n. 2, p. 285-317, 2009.
- CAMARGO, Z. et al. Voice quality and gender: some insights on correlation between perceptual and acoustic dimensions. In: **Proceedings of Speech Prosody 2012**, 6th International Conference, Qiuwu Ma, Hongwei Ding and Daniel Hirst (eds.), Tongji University Press, Shanghai, China, May 22-25, vol 1, pag 115-118, ISBN 978-7-5608-4869-3 (2 volumes).
- CAMPISI, P. et al. Acoustic analysis of the voice in pediatric cochlear implant recipients: a longitudinal study. **Laryngoscope**, Toronto, v. 115, n. 6, p. 1046-50, Jan 2005.
- COELHO, A.C. et al. Relação entre voz e percepção de fala em crianças com implante coclear. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**. v.21, n.1., 2009.
- COSTA FILHO, O.A.; BEVILACQUA, M. C.; MARTINHO-CARVALHO, A. C. Reabilitação Auditiva por Implante Coclear. In: LOPES, A.C.; AMATO NETO, V. (Org.). **Tratado de Clínica Médica**. São Paulo: Roca, 2006, v.3, p.5167-8.
- COX, R.M. Waiting for evidence-based practice for your hearing aid fittings? It's here! **The Hearing Journal**, v.57, n.8, p.10-7, 2004.
- 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.
- FABRY, D. Creating the evidence: lessons from cochlear implants. **Journal of the American Academy of Audiology**, v. 16, n. 7, p. 515-522, 2005.
- FOURCIN, A.; ABBERTON, E. Hearing and phonetic criteria in voice measurement: Clinical applications. **LogopedicsPhoniatricsVocology**, v. 33, n. 1, p. 35-48, 2008.
- FUJIMURA O.; HIRANO M. **Vocal fold physiology**. San Diego: Singular, 1995.
- HAMMABERG B.; GAUFFIN J. Perceptual and acoustics characteristics of quality differences in pathological voices as related to physiological aspects. In: Fujimura O, Hirano M. **Vocalfoldphysiology**. San Diego: Singular, 1995. 283-303.
- IVERSON, J. M. et al. The relationship between reduplicated babble onset and laterality biases in infant rhythmic arm movements. **Brain and Language**, v. 101, n. 3, p. 198-207, 2007.
- KRAUS, N.; MCGEE, T.J.; KOCH D.B. Speech Sound Representation, Perception, and Plasticity: A Neurophysiologic Perspective. **Audiology&Neuro-Otology**, v.3, p.168-82, 1998.
- LAVIER, J. **Phonetic evaluation of voice quality**. In: KENT, R.D.; BALL, M.J.[ed]. Voice quality measurement. Singular, 2000. 37-48.
- LAVIER, J. et al. A perceptual protocol for the analysis of vocal profiles. **Edinburgh University Department of Linguistics Work in Progress**, v. 14, p. 139-155, 1981.
- LAVIER, J. MACKENZIE-BECK, J. **Vocal Profile Analysis scheme-VPAS**. Edinburgh: QMUC, Speech Science Research Centre; 2007.
- LAVIER, J. **The phonetic description of voice quality**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.
- LAVIER, J. The phonetic evaluation of voice quality. In: KENT, R.D.; BALL, M.J.(ed.). **Voice quality measurement**. San Diego: Singular Publishing, 2000.p.37-48.

LAVIER, J.; MACKENZIE-BECK, J. **Vocal Profile Analysis Scheme - VPAS**. QueenMargareth University College-QMUC, Speech Science Research Centre, Edinburgh, 2007.

LEE, K. Y. S; TONG, M. C. F; VAN HASSELT, C. A. The tone production performance of children receiving cochlear implants at different ages. **Ear and hearing**, v. 28, n. 2, p. 34S-37S, 2007.

MACKENZIE-BECK J. Perceptual analysis of voice quality: the place of vocal profile analysis. In: Hardcastle WJ & Mackenzie-Beck J. **A figure of speech: a festschrift for John Laver**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2005. p.285-322.

MADUREIRA S.; BARZAGHI L.; MENDES B. Voicing contrasts and the deaf: production and perception issues. In: Windsor F; Kelly ML; Hewlett N. (Org.). **Investigation in Clinical Phonetics and Linguistics**. LEA 2002; 1:417-28.

MEIER, R.P. et al Silent Mandibular Oscillations in Vocal Babbling. **Phonetica**, v.54, n.4, p. 153-71, 1997.

MENDES, B.C.A. **Estudo Fonético acústico das vogais do português brasileiro: dados da produção e percepção de fala de um sujeito deficiente auditivo**. 2003, 164 p. Tese (Doutorado em Linguística Aplicada) - Programa de Pós-graduação em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

MOELLER, M. P. **Current State of Knowledge: Psychosocial Development in p.Children with Hearing Impairment**. *EarHear*, v.28, n.6, 729-39, 2007.

MORET, A.L.M.; BEVILACQUA, M.C.; COSTA-FILHO, O.A. **Implantecoclear: audição e linguagem em crianças deficientes auditivas Pré-linguais**. *Pró-Fono*, v.19, n.3, p.295-304, 2007.

NOVAES, B.C.A.C.; MENDES, B.C. Habilitação Auditiva: Intervenção em Bebês e Crianças. In: Silvio Caldas Neto; João Ferreira de Mello Júnior; Regina Helena Garcia Martins; SadySelaimen da Costa. (Org.). **Tratado de Otorrinolaringologia - Aborlccf**. 2 ed. São Paulo: Edit Roca; 2011. p. 371-80.

NUSS, R. C. et al. Correlation of vocal fold nodule size in children and perceptual assessment of voice quality. **Annals of Otology, Rhinology & Laryngology**, v. 119, n. 10, p. 651, 2010.

PERRIN, E. et al. Evaluation of cochlear implanted children's voices. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 47, n. 2, p. 181-6, Feb 1999.

PESSOA, A.N. et al. **An analysis of voice quality and voice dynamics in the speech production of a cochlear implant user**. In: 13th Meeting of the International Clinical Linguistics and Phonetics Association - ICPLA, Oslo-Norway, June 23-26, 2010, p-286.

PESSOA, A.N. et al. **Perceptual and acoustic correlates of a speech in a bilateral cochlear implant user**. In: Abstract Book Speech Prosody 2012, 6th International Conference, Qiuwu Ma, Hongwei Ding and Daniel Hirst(eds.), Tongji University Press, Shanghai, China, May 22-25, ISBN 978-7-5608-4869-3, v2, p51-54.

PESSOA, A.N.; CAMARGO, Z..Correlatos acústicos e perceptivos de qualidade vocal e dinâmica vocal: dados a partir da fala de criança com deficiência auditiva e de criança ouvinte. **Gruppodì Studi sullaComunicazioneParlata-GSCP/ UFMG**, Belo Horizonte, 29 de fevereiro a 02 de março de 2012.

PESSOA, A.N.; NOVAES, B.C.A.C.; CAMARGO, Z. A fala em usuários de implante coclear: evidências de análise perceptivo-auditiva e acústica. In: 19º. Congresso Brasileiro e 8º Internacional de Fonoaudiologia, 2011, São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia- Suplemento Especial**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2011. v. 16. p. 1247.

- PESSOA, A.N. et al Dados de dinâmica e qualidade vocal: correlatos acústicos e perceptivo-auditivos da fala em criança usuária de implante coclear. **Journal of Speech Sciences**, 1(2), p 17-33, 2012.
- PESSOA, A.N. et al Correlação acústica e perceptivo-auditiva: a fala de criança usuária de implante coclear. In: **Anais Encontro Internacional de Audiologia**, USP-Bauru, 14-17 abril, 2012, p.185. Prêmio “Excelência em Audiologia 2012.
- PESSOA, A.N. et al Using Acoustic Analysis To Follow-Up The Language Development Of A Brazilian Deaf Child With Cochlear Implant. In: **Proceedings of 11th International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies**. Stockholm; 2010 Jun 30-Jul 02. p.371.
- ROBBINS, A.M. et al Effect of age at cochlear implantation on auditory skill development in infants and toddlers. **Archives Otolaryngology Head Neck Surgery**, v.130, p.570-8, 2004.
- RUSILO L. C; MADUREIRA S. ; CAMARGO Z. **Evaluating Speech samples for the Voice Profile Analysis Scheme for Brazilian Portuguese (BP-VPAS)**. In: Proceedings of the 4rd ISCA Workshop ExLing 2011; May 25-27; ISCA: Paris, 2011. p.51.
- SCHAUWERSA, K.; GILLISA, S.; GOVAERTSB, P.J. Babbling in early implanted CI children. **International Congress Series**, v.1273, p. 344-7, 2004.
- SCHEINER, E.; HAMMERSCHMIDT, K.; JURGENS, U.; ZWIRNER, P. Vocal Expression of Emotions in Normally Hearing and Hearing-Impaired Infants. **Journal of Voice**, v.20, n.4, p. 582-604, 2006.
- SERKHANE, J.E.; WARTZA, J.L.; DAVISB, B.L.; MATYEARB, C.L. Infants' vocalizations analyzed with an articulatory model: A preliminary report. **Journal of Phonetics**, v.35, p.321-40, 2007.
- SININGER, Y. S.; GRIMES, A.; CHRISTENSEN, E. Auditory development in early amplified children: Factors influencing auditory-based communication outcomes in children with hearing loss. **Ear and hearing**, v. 31, n. 2, p. 166, 2010.
- TAIT, M.; LUTMAN, M. E.; ROBINSON, K. Preimplant measures of preverbal communicative behavior as predictors of cochlear implant outcomes in children. **Ear and hearing**, v. 21, n. 1, p. 18-24, 2000.
- TANAMATI, L. F. et al. Resultados a longoprazo com o uso do implante coclear em crianças: Revisão sistemática. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia (Impresso)**, v. 15, n. 3, p. 365-375, 2011.]
- TYE-MURRAY, N.; SPENCER, L.; WOODWORTH, G.G. Acquisition of speech by children who have prolonged cochlear implant experience. **Journal of speech and hearing research**, v.38, n.1, p.327-37, 1995.
- UBRIG, M. T. et al. Voice analysis of postlingually deaf adults pre-and postcochlear implantation. **Journal of Voice**, v. 25, n. 6, p. 692-699, 2011.
- GARCIA, J. V.; ROVIRA, J. M. Vila; SANVICENS, L. G. The influence of the auditory prosthesis type on deaf children's voice quality. **International journal of pediatric otorhinolaryngology**, v. 74, n. 8, p. 843-848, 2010.
- VIEGAS, F. A. **Análise de parâmetros espectrais da voz em crianças saudáveis de 4 a 8 anos**. 2009. 72p. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) – Faculdade de Fonoaudiologia, Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro, 2009.
- WIRZ S. The voice of the Deaf. In: Fawcus M (Edit). **Voice Disorders and their Management**. Croom Helm 1986.

XU, Y. In defense of lab speech. **Journal of Phonetics**, v.38, p.329-33. 2010.

YOSHINAGA-ITANO, C. From screening to early identification and intervention: Discovering predictors to successful outcomes for children with significant hearing loss. **Journal of deaf studies and deaf education**, v. 8, n. 1, p. 11-30, 2003.

Pesquisa de doutorado desenvolvida no Programa de Estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, sob a orientação da Profa. Dra. Zuleica Camargo, com auxílio Fapesp.

Agradecimentos

Prof. Dr. Plínio Almeida Barbosa

Profa. Dra. Sandra Madureira

Prof. Dr. Luiz Carlos Rusilo

CAPÍTULO 5

ANÁLISE ACÚSTICA COMPARATIVA DAS VOGAIS ORAIS ENTRE CRIANÇAS RESPIRADORAS ORAIS E NASAIS

Luciana Regina de Oliveira
Zuleica Camargo

Resumo

Com objetivo de comparar as produções vocálicas de crianças com respiração oral (RO) e nasal (RN), amostras de fala foram submetidas à análise acústica para caracterização do padrão formântico. Como resultados, os falantes com RO apresentaram alterações no padrão formântico das vogais orais do Português Brasileiro (PB) para as medidas de frequência e de intensidade. Os primeiros sugerem diminuição da movimentação de língua (no eixo da altura e do deslocamento ântero-posterior) e da mandíbula. Dados relativos à intensidade foram relacionados a prováveis ajustes de hiperfunção laríngea e a modificações estruturais na cavidade oral, consequentes ao quadro respiratório (palato duro alto e estreitado).

Descritores: Respiração; Acústica da Fala; Fonética; Medida da Produção da Fala

Introdução

A respiração oral (RO) substitui a nasal em algumas situações patológicas, prejudicando a filtragem, o aquecimento e a umidificação do ar e, por vezes, o olfato e a emissão vocal. A real prevalência desta condição é desconhecida. Estudo publicado em 2008, ao analisar o motivo da consulta de 1.161 crianças e adolescentes em três ambulatórios de Otorrinolaringologia do Sistema Único de Saúde, demonstrou que a RO foi responsável por 47,8% da procura por atendimento médico. Pode-se considerar, portanto, que se trata de um importante problema de saúde pública no Brasil e no mundo (HERMANN et al., 2013)

A respiração oral é tida por fonoaudiólogos, médicos e dentistas como uma das causas das alterações do tônus das estruturas da boca e da face, assim como das alterações das funções de mastigação, deglutição e, especialmente da produção articulatória da fala (MARCHESAN, 2005).

O indivíduo respirador oral pode apresentar um crescimento desarmônico da face, o que resultaria em características faciais típicas, como maxila estreita, protrusão de incisivos superiores, mordida aberta e/ou cruzada, eversão de lábio inferior, lábio superior hipodesenvolvido, narinas estreitas e hipotonia da musculatura perioral (MARCHESAN, 2011).

Do conjunto de alterações previstas no quadro de RO, aqueles referentes à fala ganham destaque especialmente em termos da produção de consoantes como plosivas ([t] [d]) e fricativas ([s] [z]) de ponto de articulação alveolar (MARCHESAN, 2005, 2011).

Além disso, é frequente a menção à alteração do posicionamento da língua na cavidade oral durante a produção da fala, o que resultaria clinicamente numa característica descrita como imprecisão. Tal referência clínica geralmente guarda relação com a qualidade das vogais, em que a alteração do posicionamento dos articuladores (palato mole, língua, lábios, mandíbula e laringe) modifica a resposta de ressonância característica do som das vogais, levando, muitas vezes, em conjunto com as alterações de produção de consoantes, a alterações de inteligibilidade da fala.

Algumas explorações acústicas da fala dos respiradores orais apontam ocorrências que merecem investigação mais detalhada, tais como alterações das frequências formânticas das vogais, especialmente do primeiro formante - F1 (GREGIO et al., 2005; GREGIO et al., 2006), sinalizando postura de dorso de língua elevado.

Encontramos também na literatura pesquisas que citaram a associação entre obstrução nasal e o desenvolvimento de patologias laríngeas. Pacientes respiradores orais poderiam apresentar modificações na estrutura das pregas vocais, provocadas pelo hábito da respiração alterada. A respiração oral pode ressecar os tecidos da laringe e prejudicar a vibração das pregas vocais (PINHO, 1998; MARTINS; TRINDADE, 2003; VIEGAS et al., 2015).

Com o intuito de corresponder os achados clínicos dos respiradores orais com as particularidades da produção dos sons consonantais e vocálicos, destacamos a contribuição dos recursos tecnológicos de fala.

Neste contexto, o estudo das características acústicas das vogais poderia propiciar a reflexão sobre aspectos relevantes da mobilização dos articuladores na situação de RO; que tenham maior ou menor impacto nas alterações de fala, há muito referidas no campo da atuação clínica fonoaudiológica. O paciente com RO tende a apresentar a língua rebaixada

ou posicionada no assoalho da boca, com parte do dorso elevado, além de possíveis alterações musculares, oclusais e ósseas. (MARCHESAN; FRANCESCO, 2011)

O presente estudo teve por objetivo aprofundar a investigação dos aspectos de posicionamento da língua na produção das vogais orais do Português Brasileiro (PB) de crianças com diagnóstico de respiração oral (RO), em comparação com crianças respiradoras nasais (RN), ao analisar as produções de vogais orais do ponto de vista fonético-acústico. Tal descrição foi pautada na caracterização do padrão de formantes das vogais orais do PB, por meio de dados acústicos de Frequência (F1, F2 e F3 em Hz); Intensidade (I1, I2, I3 em dB) e Banda (B1 em Hz).

Entre os modelos teóricos que podem colaborar para a leitura clínica de dados de distúrbios de fala, a teoria acústica da produção da fala, especialmente o modelo fonte-filtro para a produção das vogais proposto por Fant (1970), destaca-se pela possibilidade de permitir a integração de dados da percepção e da fisiologia do sinal de fala.

Métodos

Foram selecionados 16 falantes, sendo 8 (4 gênero feminino, 4 gênero masculino) com diagnóstico otorrinolaringológico e fonoaudiológico de respiração oral (RO) e 8 (5 gênero feminino e 3 gênero masculino) sem alterações respiratórias (RN) (grupo referência), com idades entre 7 a 12 anos, por corresponder à faixa etária atendida pelo programa CARO (Centro de Atendimento do Respirador Oral) do Hospital Municipal Infantil Menino Jesus - SP. Além disso, o limite inferior da faixa etária representa o período final de aquisição dos sons do PB (WERTZNER, 1995), enquanto o limite superior representa período anterior à muda vocal (PINHO, 1998).

Foram considerados ainda o crescimento e o desenvolvimento craniofacial relacionado à idade dentária, em que o aumento da dimensão vertical do terço inferior da face e o surto de crescimento da maxila ocorrem por volta dos 5 ou 6 anos, juntamente com a erupção dos primeiros molares permanentes. Nesta fase, inicia-se a dentição mista, a qual será finalizada por volta dos 12 anos (BAPTISTA; TENÓRIO, 1994).

Pelos estudos de Generoso et al. (2003), há correlação direta entre idade cronológica e a maturação das vértebras cervicais, e ainda sem diferenças estatísticas entre os sexos masculino e feminino até os 12 anos de idade. Ainda neste estudo, a variação do índice de maturação das vértebras cervicais na faixa de 7 a 10 anos ocorreu em estágio de maturação semelhante, sendo que na faixa acima, de 10 anos a variação foi maior.

A partir destas considerações, os sujeitos do presente estudo, foram divididos em dois subgrupos: 7 a 10 anos e 10 anos e 1 mês a 12 anos.

Os critérios de inclusão o grupo RO foram: apresentar alterações no Exame Miofuncional Orofacial – MBGR (Protocolo MBGR) proposto por Marchesan et al. (2011) e aplicado para avaliação da respiração. Para o grupo sem queixa e sinais de alteração de respiração (RN), foi considerado o histórico negativo em questionário para os pais e ausência de alterações clínicas em um breve exame clínico adaptado do protocolo MBGR para descartar alterações respiratórias.

Os critérios de exclusão para o grupo foram: presença de deformidades craniofaciais não relacionadas ao quadro de respiração oral, deficiência auditiva, comprometimentos

neurológicos, alterações de qualidade vocal de natureza fonatória, em graus maiores que 2, de acordo com aplicação do roteiro VPAS-PB - [Anexo 1](#) (Camargo; Madureira, 2008); assim como também alterações detectadas com o uso do Protocolo MBGR (MARCHESAN et al., 2011) para respiração, e alterações sistemáticas da fala para os RN.

Conforme preceitos éticos, os responsáveis pelos sujeitos participantes foram informados sobre os procedimentos e objetivos da pesquisa, e convidados de modo a expressarem consentimento por meio do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) no uso das informações para fins estritamente científicos e de inclusão das amostras coletadas ao banco de dados do Instituto CEFAC e do LIAAC (Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição, PUC- SP)

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa do CEFAC e aprovado sob o número 051/10.

A coleta de dados foi realizada no departamento de Motricidade Orofacial (MO) e Laboratório de Fala do Instituto CEFAC ¹. Os falantes com RO foram registrados ao iniciarem a avaliação fonoaudiológica na referida instituição, no setor de Motricidade Orofacial. Os falantes com RN (grupo controle), sem queixas para avaliação no setor de Motricidade Orofacial, foram selecionados no momento de acompanhamento da consulta de familiares na instituição ou atendimento no setor de linguagem escrita, a fim de garantirmos o perfil sócio econômico semelhante.

A composição do *corpus* envolveu trechos de emissão semi-espontânea (a partir de solicitações do examinador, tais como “conte um passeio que você fez e gostou”) e leitura (ou repetição, para os que apresentaram dificuldade em ler) de sentenças-veículo contendo todas as vogais orais do PB em contexto tônico; sendo o intervalo preenchido com os vocábulos paroxítonos garantindo-se que as vogais analisadas estavam num mesmo contexto fonético:

“Diga _____ agora”

(Papa [a] ; Pépe [ɛ]; Pêpe [e]; Pipi [i]; Pópo [ɔ]; Pôpo [o]; Pupu [u])

As sentenças-veículo foram digitadas em fonte arial tamanho 36 e apresentadas individualmente, em forma de fichas, em ordem aleatorizada para cinco repetições de cada sentença.

A gravação do referido *corpus* ocorreu em cabina acústica, com uso de mesa de som, a partir do *software Sound Forge Edit* (versão 7.0), em frequência de amostragem de 22050 Hz, 16 bits, extensão.wav, modalidade estéreo (para monitoramento do nível de intensidade em dois canais).

Os trechos de fala semi-espontânea dos dois grupos foram avaliados a partir do roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme* para o Português Brasileiro - VPAS-PB (CAMARGO; MADUREIRA, 2008) por um juiz com experiência há 12 anos na aplicação do roteiro ([Anexo 1](#)). Tal avaliação permitiu compor o perfil de qualidade e dinâmica vocal, a fim de excluir alterações de qualidade vocal de natureza fonatória detectadas, em graus maiores que 2

¹ O Instituto CEFAC, criado em 1999, teve por missão o desenvolvimento de assistência, ensino e pesquisa na área dos problemas de aprendizagem, da comunicação oral e escrita e das alterações que prejudicam ações como respirar, mastigar e engolir. Para tanto, promoveu o acesso da população à educação preventiva, ao diagnóstico e assistência especializada, assim como realizou formação técnico-científica de profissionais. Desde seu início, prestou atendimento direto a cerca de 4.000 pessoas, 10.000 atendimentos, em seus diversos programas voltados para a voz, a fala, a linguagem oral e escrita, a aprendizagem, problemas de respiração, mastigação e deglutição e avaliações auditivas. O público alvo era a população desfavorecida ou em situação de vulnerabilidade social.

(numa escala de 0 a 6), devido à sua possível interferência na identificação dos formantes. A aperiodicidade gera irregularidades no padrão acústico tais como descontinuidades, impostas pela aperiodicidade do sinal de fala, que dificultam a extração de medidas acústicas (BARBOSA; MADUREIRA, 2015).

As sentenças-veículo foram segmentadas e etiquetadas em termos dos segmentos vocálicos e consonantais para extração das medidas acústicas das vogais orais em posição tônica em vocábulo com estrutura “p_p_”. A frequência de amostragem foi rebaixada para 10 kHz.

As emissões de vogais em contexto da sílaba tônica foram analisadas por meio de *software* de livre acesso *Praat versão 5144* (Boersma e Weenink, 2002) com extração manual das medidas de frequência (Hz), intensidade (dB) e banda (HZ), a partir dos algoritmos FFT (*Fast Fourier Transform*) e LPC (*Linear Predictive Code*) para a caracterização do padrão de formantes. O detalhamento de tal procedimento é exposto a seguir.

No espectrograma de banda larga foi selecionado um ponto no período estacionário da vogal. A partir deste ponto, foram gerados o espectrograma de banda estreita e o traçado o FFT e, em seguida, o espectro LPC suavizado. Os picos gerados em ambos os algoritmos foram confrontados, sendo que o valor de frequência dos formantes, intensidade e banda foram obtidos a partir do espectro LPC suavizado. Como última etapa de checagem dos valores obtidos, o espectrograma de banda larga e marcação automática de formantes foram analisados. Os espectros LPC suavizados foram gerados de acordo com os seguintes parâmetros: *draw frequency spectrum, range 0 a 5000 Hz*.

As medidas de frequência (F1, F2 e F3), intensidade (I1, I2 e I3) e banda de formantes (B1) foram submetidas à análise estatística por meio do teste T para comparação das amostras independentes, com uso do programa SPSS. 17.

As etapas de análise estatística constaram das seguintes comparações:

Medidas (F1, F2 e F3, I1, I2 e I3, B1) de cada vogal oral do PB:

- ✓ **intergrupos (RO e RN)**
- ✓ **subgrupos** por faixas etárias entre grupos com RO e com RN (grupo RO X grupo RN faixa etária de 7 a 10 anos; grupo RO X grupo RN faixa etária 10 anos e 1 mês a 12 anos)
- ✓ **intragrupo** (grupo RO faixa etária de 7 a 10 anos e 10 anos e 1 mês a 12 anos; grupo RN faixa etária de 7 a 10 anos 10 anos e 1 mês a 12 anos)

As medidas de frequência formântica (F1, F2 e F3) foram submetidas ao *script* CartaFormantesLog.praat para gerar o trapézio das vogais orais do PB 2.

Resultados

Os valores de médias de F1, F2 e F3 das sete vogais orais dos grupos com RO e RN apresentaram-se rebaixados (com significância estatística ($p < 0,05$)) no grupo RO em relação ao RN (Tabela 1) nas vogais abertas [a] ($p = 0,001$) e nas semiabertas [ɛ] ($p = 0,001$), e [ɔ] ($p = 0,002$) para F1 e nas anteriores [ɛ] ($p = 0,038$), [e] ($p < 0,001$), e [i] ($p < 0,001$) para F2.

2 *Script: CartaFormantesLog.praat. Uso autorizado pelo autor: desenvolvido por Eduardo Velázquez (adaptado de Mietta Lennes, 2004)*

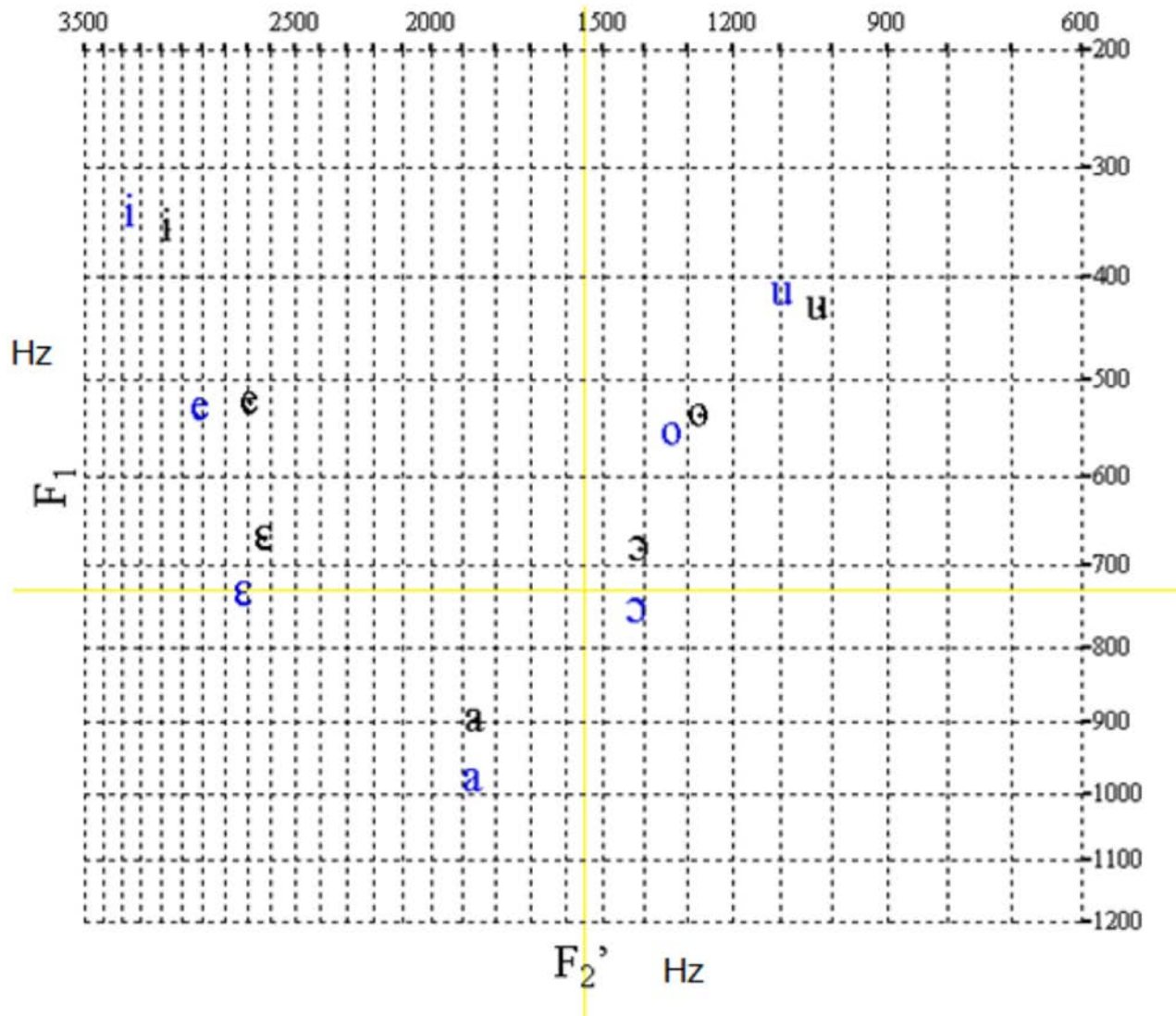
Tabela 1. Valores de médias (ME) e desvio-padrão (DP) dos três primeiros formantes F1, F2 e F3 das sete vogais orais do PB dos falantes dos grupos RO (respiração oral) e RN (respiração nasal).

Estímulo (vogal)	Respiração Oral (RO)			Respiração Nasal (RN)		
	F1 ME (±DP)	F2 ME (±DP)	F3 ME (±DP)	F1 ME (±DP)	F2 ME (±DP)	F3 ME (±DP)
[a]	897 (111,63)	1615 (199,63)	3153 (370,19)	980 (103,85)	1638 (157,19)	3244 (307,72)
[ɛ]	670 (78,22)	2315 (170,21)	3316 (324,07)	735 (93,63)	2394 (163,68)	3412 (234,99)
[e]	522 (38,40)	2399 (225,71)	3247 (307,19)	529 (48,31)	2611 (196,12)	3438 (280,40)
[i]	356 (53,04)	2734 (268,53)	3664 (372,41)	342 (40,12)	2949 (228,07)	3736 (323,97)
[ɔ]	682 (90,71)	1203 (128,69)	3233 (321,35)	754 (110,14)	1223 (94,73)	3298 (272,15)
[o]	534 (53,44)	1062 (97,49)	3133 (426,29)	554 (73,87)	1111 (219,14)	3201 (376,87)
[u]	428 (81,82)	849 (133,74)	3096 (328,49)	415 (61,68)	895 (333,25)	3067 (404,51)

(Fonte: próprio autor)

Na Figura 1, as informações de valores médios de frequências formânticas (F1 e F2 em Hz) das sete vogais do PB são apresentadas na figura do trapézio vocálico para os falantes com RO e RN. A comparação permite indicar que o trapézio das vogais do grupo com RO apresenta-se com área diminuída, sinalizando ainda redução da amplitude dos movimentos dos articuladores, especialmente língua e mandíbula.

Figura 1. Médias de medidas de F1 e F2 (em Hz) para as vogais orais do PB dos falantes com respiração oral (RO- cor preta) e nasal (RN - cor azul).



(Fonte: próprio autor)

Os valores de I1, I2 e I3 no grupo com RO apresentaram-se aumentados (com significância estatística) em relação ao RN (Tabela 2) para as vogais [ɛ] ($p=0,034$), [i] ($p=0,002$) e [o] ($p=0,005$) para I1, [ɛ] ($p=0,004$), [e] ($p=0,004$), [i] ($p=0,002$) e [o] ($p=0,005$) para I2 e [ɛ] ($p=0,005$), [i] ($p=0,010$), [o] ($p<0,001$) e [u] ($p=0,009$) para I3.

Tabela 2. Valores de médias (ME) e desvio-padrão (DP) da intensidade (I1, I2, I3 em dB) dos falantes dos grupos RO (respirador oral) e RN (respirador nasal).

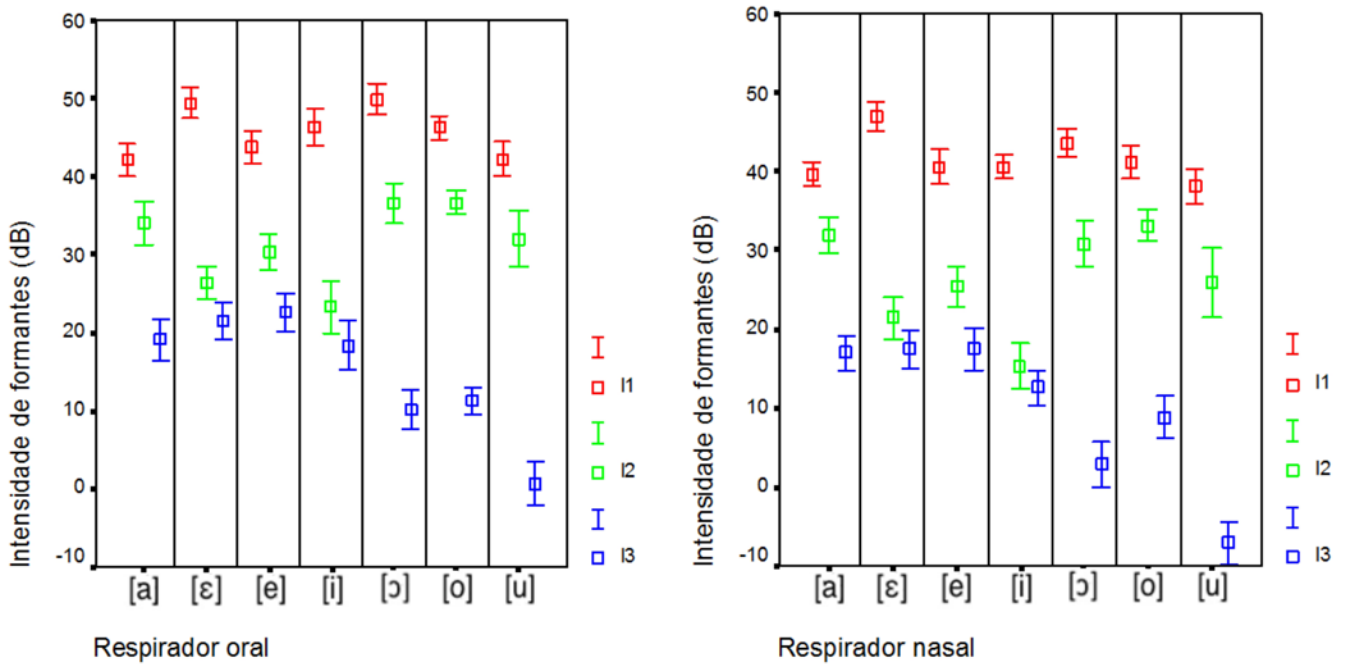
Estímulo (vogal)	Respirador Oral			Respirador Nasal		
	ME I ₁ (±DP)	ME I ₂ (±DP)	ME I ₃ (±DP)	ME I ₁ (±DP)	ME I ₂ (±DP)	ME I ₃ (±DP)
[a]	41,61(6,37)	33,62 (8,60)	18,91 (8,07)	39,61(5,03)	32,03 (7,18)	16,79 (6,90)
[ɛ]	43,79(6,20)	30,29 (6,92)	22,59 (7,70)	40,60(6,89)	25,44(7,66)	17,50 (8,08)
[e]	49,41(6,21)	26,41 (6,76)	21,57 (7,09)	46,95(5,71)	21,47 (8,24)	17,55 (7,62)
[i]	45,24(7,63)	22,28(10,36)	18,35 (9,20)	40,73(4,14)	15,37 (8,59)	13,34 (7,15)
[ɔ]	45,16(7,54)	36,06 (7,14)	14,40(21,11)	50,70(55,8)	33,22 (5,76)	10,18 (8,98)
[o]	49,8 (6,16)	36,52 (8,00)	10,13 (8,19)	43,80 (5,4)	30,95 (8,99)	2,94 (8,71)
[u]	42,32(5,20)	32,00 (9,16)	-,95 (7,72)	38,63 (5,16)	27,04 (9,87)	-6,37 (7,21)

(Fonte: próprio autor)

Nas Figuras 2 e 3 são apresentados os gráficos de distribuição das medidas de intensidade dos três primeiros formantes (I1, I2, I3 em dB).

Figura 2. Distribuição das medidas de intensidade dos três primeiros formantes (I1, I2, I3) das vogais orais produzidas por falantes do grupo RO.

Figura 3. Distribuição das medidas de intensidade dos três primeiros formantes (I1, I2, I3) das vogais orais produzidas por falantes do grupo RN.



(Fonte: próprio autor)

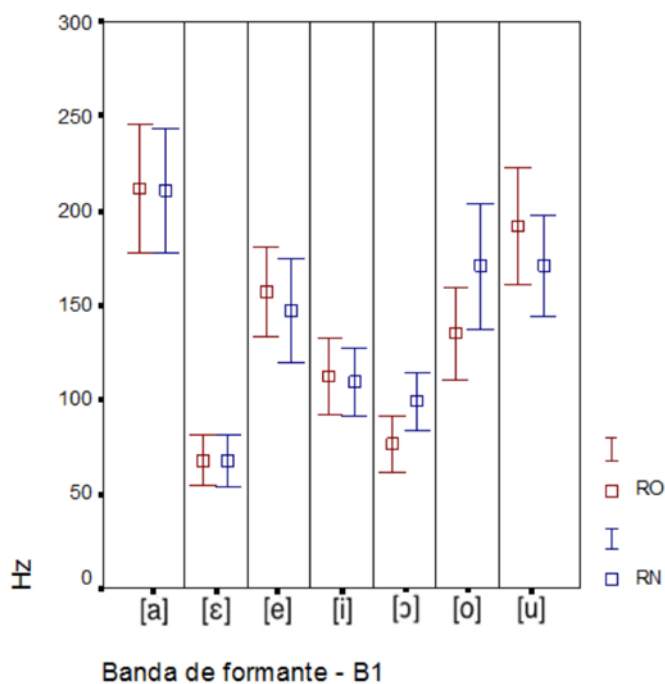
Os valores de bandas de formantes das 07 vogais orais do PB são apresentados na Tabela 3 enquanto valores de média (ME) e desvio-padrão (DP) para os grupos RO e RN. Na figura 4 é apresentada a distribuição das medidas de banda de formantes (Hz).

Tabela 3. Valores de médias (ME) e desvio-padrão (DP) da banda do primeiro formante B1 dos falantes dos grupos RO (respirador oral) e RN (respirador nasal).

Estímulo (vogal)	Respirador Oral		Respirador Nasal	
	ME	B1 (±DP)	ME	B1 (±DP)
[a]	211,71	(103,92)	210,45	(99,41)
[ɛ]	156,61	(73,29)	144,65	(87,11)
[e]	67,82	(42,78)	67,52	(44,84)
[i]	111,12	(60,62)	109,79	(53,38)
[ɔ]	134,82	(76,13)	170,62	(104,43)
[o]	76,25	(44,76)	98,84	(47,68)
[u]	189,73	(87,78)	172,16	(78,65)

(Fonte: próprio autor)

Figura 4. Distribuição das medidas banda (B1) de formantes (Hz) das 07 vogais orais do PB do grupo com RO.



(Fonte: próprio autor)

No estudo por subgrupos divididos por faixas etárias entre grupos com RO e RN, valores estatisticamente significantes foram encontrados para comparação de médias de frequência (Hz) por faixa etária de 7 a 10 anos para os grupos com RO e RN de F1 de [a] ($p < 0,001$), [ɛ] ($p = 0,006$), [i] ($p = 0,001$) e [ɔ] ($p = 0,007$); e de F2 de [e] ($p = 0,001$), [ɛ] ($p = 0,022$) e [i] ($p = 0,016$).

Valores estatisticamente significantes também foram encontrados para comparação de médias por faixa etária de 10 anos e 1 mês a 12 anos para os grupos com RO e RN de F2 de [e] ($p < 0,001$) e [i] ($p < 0,001$); F3 de [a] ($p = 0,006$), [ɛ] ($p = 0,005$), [e] ($p < 0,001$) e [u] ($p = 0,016$). Detectou-se diminuição das médias de F2 e F3 dos falantes do grupo RO, exceto para a vogal posterior [u] em F3

No estudo intragrupos, valores estatisticamente significantes foram encontrados para comparação de médias de frequências de F1 e F2 por faixa etária de 7 a 10 anos e 10 anos e 01 mês a 12 anos para o grupo com RO de F1 de [e] ($p = 0,045$), [ɛ] ($p = 0,014$) e [i] ($p < 0,001$); F2 de [a] ($p < 0,001$), [e] ($p < 0,001$), [ɛ] ($p = 0,001$), [i] ($p = 0,013$), [o] ($p = 0,003$), [ɔ] ($p < 0,001$) e [u] ($p = 0,004$); F3 de [a] ($p < 0,001$), [e] ($p < 0,001$), [ɛ] ($p < 0,001$) e [o] ($p = 0,034$). Detectou-se diminuição das médias de frequência para a faixa etária de 10 a 12 anos em relação àquela de 7 a 10 para os falantes com RO e com RN.

Valores estatisticamente significantes foram encontrados para comparação de médias de intensidade (dB) por faixa etária de 7 a 10 anos para os grupos de RO e RN de I1 de [ɛ] ($p = 0,015$), [i] ($p = 0,009$), [o] ($p = 0,001$) e [u] ($p = 0,000$); I2 de [ɛ] ($p = 0,041$), [e] ($p = 0,012$) e [i] ($p = 0,047$), I3 [i] ($p = 0,030$) e [o] ($p = 0,012$).

Valores estatisticamente significantes foram encontrados para comparação de médias de intensidade (dB) por faixa etária de 10 a 12 anos para os grupos de RO e RN de I1 de [a] ($p = 0,007$) e [o] ($p = 0,002$); I2 de [i] ($p = 0,000$), [o] ($p = 0,004$) e [u] ($p = 0,012$); I3 [a] ($p = 0,012$), [ɛ] ($p = 0,013$) e [o] ($p = 0,005$).

Valores estatisticamente significantes foram encontradas para comparação de médias de intensidade (dB) por faixa etária de 7 a 10 anos e 10 anos e 1 mês a 12 anos para os grupos de RO de I1 de [a] ($p = 0,000$) e [ɔ] ($p = 0,012$), I2 de [a] ($p = 0,001$), [e] ($p = 0,052$), [ɔ] ($p = 0,039$) e [u] ($p = 0,018$); I3 [a] ($p = 0,000$), [e] ($p = 0,026$) e [ɛ] ($p = 0,051$).

Valores estatisticamente significantes foram encontrados para comparação de médias de intensidade (dB) por faixa etária de 7 a 10 anos e 10 anos e 01 mês a 12 anos para os grupos de RN de I1 de [a] ($p = 0,001$), [e] ($p = 0,019$), [ɛ] ($p = 0,020$), [i] ($p = 0,025$) e [o] ($p = 0,013$), I2 [a] ($p = 0,000$), [ɔ] ($p = 0,005$) e [u] ($p = 0,00$).

Finalmente, valores estatisticamente significantes foram encontrados para comparação de médias de largura de banda por faixa etária de 10 anos e 1 mês a 12 anos para os grupos de RO e RN de [ɔ] ($p = 0,043$); por faixa etária de 7 a 10 anos e 10 anos e 1 mês a 12 anos para os grupos de RO para as vogais [i] ($p = 0,022$) e [ɔ] ($p = 0,000$) e RN para as vogais [ɛ] ($p = 0,006$), [o] ($p = 0,29$), e [ɔ] ($p = 0,047$).

Discussão

Os resultados apontam diferenciação do padrão formântico entre RO e RN na faixa etária de 7 a 12 anos.

Os valores rebaixados de F1 sugerem a diminuição da dimensão da cavidade ressoadora posterior, especialmente por redução da extensão da mobilização do dorso de língua e/ ou mandíbula (STEVENS, 2000; BARBOSA; MADUREIRA 2015).

Os valores rebaixados de F2 sugerem que há um movimento de posteriorização do dorso na língua nas vogais anteriores.

Os dados de F1 e F2 em conjunto sugerem que no grupo RO ocorre uma redução da amplitude dos movimentos da língua nos eixos da altura e do deslocamento ântero-posterior. Tais dados são compatíveis com descrições clínicas que referem alteração no posicionamento da língua na fala do RO (MARCHESAN, 2005).

Na figura 1, referente ao trapézio das vogais orais, observa-se redução da sua área, principalmente nas vogais anteriores, para o grupo com RO.

Quanto às intensidades dos formantes, houve aumento das medidas no grupo com RO em relação ao com RN e também quando comparados por subfaixas etárias. Podem ser justificadas pela alteração na profundidade (aumentada) e largura (reduzida) do palato duro, característica dos falantes com RO. Tais alterações podem levar à ampliação da área da cavidade oral em relação à cavidade nasal e por ajustes de qualidade vocal de hiperfunção laríngea.

Os dados obtidos sugerem um aumento do nível global da intensidade da vogal que se reflete no aumento, também global, das intensidades formânticas (Figuras 2 e 3). Estes achados são compatíveis àqueles descritos de ajustes de qualidade vocal de hiperfunção laríngea. Tais aspectos de qualidade vocal podem ter influenciado os achados, na medida em que a hiperfunção leva ao maior grau de adução glótica e, conseqüentemente, ao aumento da pressão subglótica. Os dados refletem-se no envelope espectral da vogal, de maneira que todos os picos formânticos encontram-se elevados em intensidade. Os achados correspondem a explorações de correlações entre dados perceptivos (VPAS-PB) e acústicos (CAMARGO; MADUREIRA, 2010; RUSILO et al., 2011; GOMES et al., 2014), em que os ajustes de hiperfunção laríngea agruparam-se com medidas acústicas de intensidade e declínio espectral.

Na análise por subgrupos etários de 07 a 10 anos entre os falantes RO e RN ocorreram fenômenos similares àqueles descritos para grupo RO em geral.

Para a subfaixa de 10 anos e 1 mês a 12 anos, as frequências formânticas diferenciaram-se da faixa etária anterior, revelando a possibilidade de crescimento e/ou ampliação das cavidades ressoadoras, especialmente pelos valores de F2 e F3, os quais podem não estar restritos ao grupo de RO.

A comparação intragrupos por subgrupos etários revelou diferenças das medidas de F1, F2 e F3 para todas as vogais na faixa de 07 a 10 anos, com tendências à elevação das frequências formânticas. Tais dados sugerem que a extensão do trato vocal é menor no RO e no RN de 07 a 10 anos, comparada à faixa etária seguinte. Neste aspecto, o encurtamento de extensão do trato vocal reflete-se na elevação de todas as frequências formânticas, enquanto o alongamento promove efeito inverso (LADEFOGED, 1973; STEVENS, 2000; BARBOSA; MADUREIRA, 2015). Assim, o crescimento do aparelho fonador reflete-se acusticamente no rebaixamento de todas as frequências formânticas.

Os dados apresentados apontam para particularidades na produção das vogais pelo grupo com RO, em que se destacam indicativos acústicos da redução da amplitude do movimento de língua e de mandíbula. Tais dados poderão colaborar para o direcionamento

terapêutico em caso de queixas de alterações de fala, uma vez que foi possível detalhar o perfil de um grupo de falantes com RO, em relação ao grupo com RN.

Os dados das medidas de frequências formânticas F1, F2 e F3 das sete vogais orais do PB dos RN deste estudo, na faixa etária de 07 a 10 anos, foram comparados ao estudo de Viegas et al (2015) de RN na faixa etária semelhante (07 a 08 anos). Os valores médios das medidas acústicas foram equivalentes nas vogais [a] [i] [u]. O mesmo resultado ocorreu ao comparar os resultados do presente estudo com as médias das medidas de F1 F2 e F3 com o trabalho de Viegas et al (2015) nas vogais [a] [i] [u] com RO.

Vale, finalmente, salientar que os dados acústicos do grupo com RN na faixa etária de 7 a 12 anos podem ser empregados como referência para falantes do PB sem alterações respiratórias.

Considerações Finais

Os falantes com respiração oral (RO) apresentaram alterações na estrutura formântica das vogais orais do PB, em comparação aos dados de falantes sem alteração da respiração (RN), com destaque para as medidas de frequência (F1, F2 e F3) e de intensidade (I1, I2 e I3).

Referências

- BAPTISTA, J.; TENÓRIO, M. B. Desenvolvimento embrionário craniofacial e seu crescimento. In: **Ortodontia para fonoaudiologia**. Lovise, 1994. p. 1-35.
- BARBOSA, P. A.; MADUREIRA, S. M. **Manual de Fonética Acústica Experimental - Aplicações a dados do Português**. 1ª Edição. São Paulo: Editora Cortez, 2015.
- BOERSMA, P.; WEENINK, D. **Praat: Doing phonetics by com-puter [Computer program]** 2009. Versão 5.3.51, 2013. Disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>.
- CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S. Voice quality analysis from a phonetic perspective: voice profile analysis scheme profile for Brazilian Portuguese (BP-VPAS). In: **Proceedings of the Fourth Conference on Speech Prosody**. 2008. p. 57-60.
- CAMARGO, Z. MADUREIRA S. The acoustic analysis of speech samples designed for the Voice Profile Analysis Scheme for Brazilian Portuguese (BP-VPAS): long-term f0 and intensity measures. In: **Isca Tutorial And Research Workshop On Experimental Linguistics**, 3, 2010, Athens. Proceedings of ISCA Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistics. Athens: ISCA, 2010.p.33-36.
- FANT, G. **Acoustic theory of speech production**. 2. ed. Paris: Mounton. 1970.
- GENEROSO, R. et al. Estudo da correlação entre a idade cronológica e a maturação das vértebras cervicais em pacientes em fase de crescimento puberal. **Revista Dental Press Ortodon Ortoped Facial**, v. 8, n. 4, p. 19-36, 2003.
- GREGIO, F. N. **Configuração do Trato Vocal supraglótico na produção das vogais do Português Brasileiro: Dados de Imagens de ressonância**. 2006. 103 f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada) – Programa de Pós-graduação em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.
- GREGIO, F. N. et al. Modelos teóricos de produção e percepção da fala como um modelo dinâmico. **Revista CEFAC**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 244-247, abr./jun. 2006.
- GREGIO, F. N. et al. Postura da língua na fala de respiradores orais: contribuição da análise acústica da fala. In: Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, 14, 2006, Salvador. **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia**. Bahia: Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2006.
- HERMANN, J. et al. Características clínicas de crianças respiradoras orais. **Pediatria Moderna**, São Paulo, v. 49, n. 9, p. 385-392, 2013.
- LADEFOGED, P. **Elements of acoustic phonetics**. Chicago: University of Chicago Press; 1973
- MARCHESAN, I. Q. O que são e como tratar as alterações de fala de origem fonética. In: Britto, A.T.O. (Org.). **Livro de Fonoaudiologia**. São José dos Campos-SP: Pulso, 2005.
- MARCHESAN, I. Q. Avaliação das funções miofuncionais orofaciais. In: FILHO, O.L. et al. (Org). **Tratado de Fonoaudiologia**. 2. ed. São Paulo: Tecmed, 2005. p. 713-734.
- MARCHESAN, I. Q. ,DI-FRANCESCO, R. C. Distúrbios da Motricidade Orofacial. In: **Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial**. Programa de Atualização em Otorrinolaringologia. Porto Alegre: Artmed, 2011.p. 9-34.
- MARTINS, R. H. G.; TRINDADE, S. H. K. A criança disfônica: diagnóstico, tratamento e evolução clínica. **Revista Brasileira Otorrinolaringologia**, v. 69, n. 6, p. 801-6, 2003.

MARTINS, R. H. G.; TRINDADE, S. H. K. A criança disfônica: diagnóstico, tratamento e evolução clínica. **Revista Brasileira Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 69, n. 6, p. 801-806, 2003.

GOMES, P. C. Respiração oral na infância: parâmetros perceptivo-auditivos e acústicos”, In: 22º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, Salvador. **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia**. Bahia: Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2014.

PINHO, S. M. R.; PONTES, P. A. L.; ABILIO, S. O., GANANÇA, M. M. Configurações do trato vocal nas vogais orais do português brasileiro. **Acta-AWHO**, São Paulo, v.7, n.2, p. 124-36, 1998.

RUSILO, L. C.; CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S. The validity of some acoustic measures to predict voice quality settings: trends between acoustic and perceptual correlates of voice quality. In: **Isca Tutorial And Research Workshop On Experimental Linguistics**, 4, 2011, Paris. Proceedings of the Fourth ISCA Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistics. Paris: ISCA, 2011. p. 115-118.

STEVENS, K. N. **Acoustic Phonetics**. London: MIT Press, 2000.

STEVENS, K. N.; HOUSE, A.S. An acoustical theory of vowel production and some of its implications. **Journal of Speech Hearing Research**, EUA, v. 4, p. 303-320, 1961.

VIEGAS, F.; VIEGAS, D.; BAECK, E. Frequency Measurement of Vowel Formants Produced by Brazilian Children Aged Between 4 and 8 Years. **Journal Voice**. 2015;3:292–298.

WERTZNER, H. F. Estudo da aquisição do sistema fonológico: o uso de processos fonológicos em crianças de três a sete anos. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, São Paulo, v. 7, p. 21-26, 1995.

Pesquisa de mestrado desenvolvida no Programa de Estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, sob a orientação da Profa. Dra. Zuleica Camargo, com auxílio CNPq.

CAPÍTULO 6

RESPIRAÇÃO ORAL NA INFÂNCIA: PARÂMETROS PERCEPTIVO-AUDITIVOS E ACÚSTICOS DE QUALIDADE VOCAL

Perpetua Coutinho Gomes

Luciana Regina de Oliveira

Zuleica Camargo

Resumo

Há poucos trabalhos que se ocupam em descrever e investigar a interface entre respiração oral e a qualidade vocal, embora tais funções estejam amplamente interligadas. O objetivo deste estudo foi investigar os parâmetros perceptivo-auditivos e acústicos (frequência fundamental- f_0 , intensidade, declínio espectral e espectro de longo termo - ELT) da qualidade vocal de um grupo de crianças respiradoras orais (RO), comparativamente a um grupo de crianças respiradoras nasais (RN). Do ponto de vista perceptivo, os ajustes supralaríngeos e fonatórios foram os que revelaram maior poder segregatório para os grupos estudados (RO e RN). Os ajustes de hiperfunção laríngea e de voz áspera foram encontrados em ambos os grupos, porém, apresentaram-se em maior grau nas crianças do gênero feminino do grupo RO. Foram encontrados ajustes supralaríngeos particulares tanto do grupo RO, quanto do RN. As medidas acústicas, por sua vez, revelaram menor grau de influência na segregação das amostras vocais dos grupos RO e RN, em contraponto aos achados perceptivos.

Descritores: Voz; Respiração Oral; Fonética

Introdução

A respiração oral é frequentemente encontrada nas crianças em idade pré-escolar e torna-se uma manifestação clínica quando ocasiona alterações de postura e de morfologia das estruturas do Sistema Sensório Motor Oral (MORAES; FELÍCIO, 2004). Dentre tais alterações, destacam-se: lábios entreabertos, lábio inferior avolumado e com eversão, lábio superior encurtado, língua no assoalho da boca ou entre os dentes incisivos (interdental), hiperfunção do músculo mental durante o fechamento labial, hipotonia de língua e bochechas e palato duro com profundidade aumentada e largura reduzida (MARCHESAN, 2005; CATTONI, 2007). Além das implicações nas estruturas, a respiração oral pode interferir nas demais funções do Sistema Sensório Motor Oral, como na articulação dos sons da fala e na qualidade vocal (MARCHESAN, 1998).

Este trabalho é pautado na abordagem fonética da qualidade vocal, descrita como característica própria de cada falante e gerada a partir da atividade concomitante da região fonatória (ou laríngea) e supraglótica (supralaríngea) do aparelho fonador (LAVÉ, 1980), dependendo assim da anatomia, bem como da funcionalidade das estruturas do Sistema Sensório Motor Oral. Deste modo, a qualidade vocal resulta de aspectos anatômicos, denominados fatores intrínsecos, e de ajustes musculares recorrentes desenvolvidos pelo sujeito, também chamados de fatores extrínsecos. Tais ajustes foram descritos em três categorias: ajustes laríngeos, supralaríngeos e de tensão (LAVÉ, 1980). Tais ajustes podem ser identificados por meio do roteiro VPAS-PB (CAMARGO; MADUREIRA, 2008), versão brasileira do *Vocal Profile Analysis Scheme – VPAS* (LAVÉ et al., 1981).

Há poucos trabalhos que se ocupam em descrever e em investigar a interface entre respiração oral e qualidade vocal, embora tais funções estejam amplamente interligadas e seja comum a demanda de pacientes com alterações vocais associadas ao quadro de respiração oral na clínica fonoaudiológica. Além disso, não há referências na literatura sobre trabalhos abordando a qualidade vocal de crianças respiradoras orais por meio da metodologia proposta nesta pesquisa.

Objetivo

Analisar os parâmetros perceptivo-auditivos e acústicos (frequência fundamental- f_0 , intensidade, declínio espectral e espectro de longo termo – ELT) da qualidade vocal de um grupo de crianças com respiração predominantemente oral (RO) em relação a crianças com respiração predominantemente nasal (RN).

Métodos

Este trabalho foi aprovado pelo comitê de Ética nº 753.273 da PUC-SP.

O *corpus* do presente estudo é constituído de amostras de fala 16 crianças, dos gêneros feminino e masculino, na faixa etária entre 7 e 12 anos do banco de dados do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC – PUC-SP). A partir do diagnóstico otorrinolaringológico e da avaliação fonoaudiológica pautada pelo roteiro MBGR

(GENARO et al., 2009), tais crianças foram divididas em dois grupos de acordo com o modo respiratório de cada uma delas:

✓ Grupo RO: composto por amostras de fala de 8 crianças respiradoras orais, sendo 3 crianças do gênero masculino e 5 do gênero feminino na faixa etária de 7 e 12 anos, que representam faixa etária situada entre fim da aquisição dos sons da fala – 7 anos (WERTZNER, 1995), no seu limite inferior, e ao processo de muda vocal – para as meninas entre 12 e 14 anos e, no caso dos meninos, entre 13 e 15 anos, no seu limite superior (BEHLAU et al., 2001).

✓ Grupo RN: composto por amostras de fala de 8 crianças respiradoras nasais, sendo 3 crianças do gênero masculino e 5 crianças do gênero feminino com idades iguais ou aproximadas às das crianças do grupo RO.

As amostras de fala em formato de áudio são compostas por um trecho de fala semi-espontânea e leituras de sentenças-veículo “Diga pXpx Baixinho” (X= vogais do português brasileiro, como nos exemplos: PAPA, “PÉPE”, “PÊPE”, PIPI, “PÓPO”, “PÔPO”, PUPU em sílaba tônica; x= vogais em sílaba pós-tônica).

A avaliação perceptivo-auditiva com motivação fonética foi realizada com auxílio do roteiro VPAS-PB (CAMARGO; MADUREIRA, 2008), disponível no [Anexo 1](#), por meio do qual foram realizadas a descrição e a graduação dos ajustes supralaríngeos, de tensão e fonatórios de qualidade vocal. Um total de 135 sentenças foram analisadas consensualmente por dois juízes experientes na abordagem fonética da qualidade vocal. Logo após o levantamento dos ajustes de qualidade vocal, as respostas em consenso foram tabuladas e organizadas em uma planilha para posterior análise estatística.

A avaliação acústica foi realizada por meio da aplicação do *Script Expression Evaluator* (BARBOSA, 2009) ao *software* de livre acesso *Praat* (BOERSMA; WEENINK, 2013), para extração das medidas de frequência fundamental- f_0 (mediana de f_0 , semi-amplitude entre quartis de f_0 , quantil 99,5% de f_0 , média de derivada de f_0 , desvio padrão de derivada de f_0 , assimetria de derivada de f_0 e assimetria de f_0), intensidade (assimetria de intensidade), declínio espectral (média de declínio espectral, desvio-padrão de declínio espectral e assimetria de declínio espectral): e espectro de longo termo (ELT).

Os dados perceptivo-auditivos e acústicos foram analisados a partir de análise estatística de natureza multivariada: análise discriminante, análise aglomerativa hierárquica de *cluster* e análise de correlação canônica com subsídio do *software Xlstat*.

Resultados e Discussão

a) Dados perceptivo-auditivos

Com relação aos dados perceptivos, o levantamento dos ajustes de qualidade vocal para os grupos RO e RN revelou que aqueles de hiperfunção laríngea e de voz áspera foram encontrados em ambos os grupos e gêneros, porém, em maior grau nas crianças do gênero feminino do grupo RO. Tais resultados são semelhantes aos achados de outro

trabalho, que destacou a tendência das crianças respiradoras orais apresentarem ajuste de qualidade vocal de hiperfunção laríngea, acompanhado de voz áspera (DENUNCI, 2003).

A análise aglomerativa hierárquica de *cluster* revelou a formação de quatro classes para os dados perceptivos de qualidade vocal das amostras do grupo RO - classe 1: extensão diminuída de lábios, corpo de língua recuado, corpo de língua elevado, corpo de língua abaixado, modal, escape de ar e voz áspera; classe 2: extensão diminuída de mandíbula e de corpo de língua; classe 3: hiperfunção laríngea e classe 4: demais ajustes de qualidade vocal. Em tais classes, foi possível constatar a segregação do ajuste de diminuição de extensão de língua, encontrado nas crianças de ambos os gêneros. Tal achado pode ser justificado pelo fato de que, nos casos de respiração oral, a língua encontra-se, geralmente, com postura habitual e tônus alterados, permanecendo no assoalho da boca (MARCHESAN, 1997), o que pode interferir diretamente em sua movimentação e, portanto, na extensão do movimento de língua.

A análise aglomerativa hierárquica de *cluster* revelou a formação de quatro classes para os dados perceptivos de qualidade vocal das amostras do grupo RN. São elas, classe 1: extensão diminuída de mandíbula e de corpo de língua, corpo de língua elevado, e modal; classe 2: corpo de língua avançado; classe 3: hiperfunção laríngea e voz áspera e classe 4: demais ajustes de qualidade vocal.

Os valores de segregação das amostras dos grupos RO e RN na análise discriminante para os ajustes de qualidade vocal (Tabelas 1 e 2) reforçam a importância da avaliação perceptivo-auditiva. Neste caso, pode-se destacar a relevância da aplicação do roteiro VPAS-PB, instrumento que, além da região fonatória, leva em consideração a região supralaríngea (supraglótica).

Os ajustes de qualidade vocal que influenciaram a segregação de amostras dos grupos RO e RN (e seus respectivos graus de influência) a partir da análise perceptiva de qualidade vocal foram: ausência de corpo de língua avançado (48,1%), presença de corpo de língua avançado em grau 1 (41,4%), corpo de língua recuado em grau 1 (41,4%), corpo de língua elevado em grau 1 (38%) e ausência de voz áspera (37,3%).

Em relação à variável gênero, os ajustes de qualidade vocal que influenciaram a segregação das amostras de grupos RO e RN no subgrupo gênero feminino (e seus respectivos graus de influência) foram: corpo de língua recuado (44,2%), lábios estirados (37,3%), voz áspera (34,3%) e ocorrências em curto termo de quebras (30,2%).

Tabela 1. Matriz de confusão para os resultados da validação cruzada para estimação do grupo de falantes RO (respirador oral) e RN (respirador nasal) a partir dos ajustes de qualidade vocal pelo roteiro VPAS-PB no subgrupo gênero feminino.

Modo respiratório	RO	RN	Total	% correto
RO	158	23	182	86%
RN	11	170	182	93%
Total	169	194	364	90%

(Fonte: próprio autor)

Os ajustes de qualidade vocal que influenciaram a segregação de amostras de grupos RO e RN no subgrupo gênero masculino (e seus respectivos graus de influência) foram: corpo de língua abaixado (71,8%), corpo de língua extensão diminuída (62,4%), escape de ar (46,9%), mandíbula extensão diminuída (45,3%) e voz áspera (35,4%).

Tabela 2. Matriz de confusão para os resultados da validação cruzada para estimação do grupo de falantes RO (respirador oral) e RN (respirador nasal) a partir dos ajustes de qualidade vocal pelo roteiro VPAS-PB no subgrupo gênero masculino.

Modo respiratório	RO	RN	Total	% correto
RO	79	1	81	98%
RN	5	75	81	93%
Total	85	76	162	95%

(Fonte: próprio autor)

b) Dados acústicos

A análise aglomerativa hierárquica de *cluster* aplicada às amostras dos grupos RO e RN revelou a formação de cinco classes para os dados acústicos do grupo RO: classe 1: mediana de f_0 , semi-amplitude entre quartis de f_0 , quantil 99,5% de f_0 , assimetria de f_0 , desvio padrão de f_0 , assimetria de derivada de f_0 , média de declínio espectral, desvio padrão de declínio espectral; classe 2: média de derivada de f_0 ; Classe 3: assimetria de intensidade e assimetria de declínio espectral e classe 4: desvio padrão de espectro de longo termo (ELT).

Para o grupo RN houve a formação de cinco classes: classe 1: mediana de f_0 , assimetria de f_0 , desvio padrão de f_0 e assimetria da derivada de f_0 ; classe 2: semi-amplitude entre quartis de f_0 , quantil 99, 5 % de f_0 , média de declínio espectral e desvio padrão de declínio espectral; classe 3: média de derivada de f_0 ; classe 4: assimetria de intensidade e classe 5: assimetria de declínio espectral e desvio padrão de espectro de longo termo (ELT).

A análise de correlação canônica para dados perceptivos e acústicos revelou que a postura do corpo de língua diferenciou os dois grupos, sendo que no grupo RO houve a influência dos ajustes de corpo de língua recuado e corpo de língua elevado, encontrados em ambos os gêneros, às medidas acústicas geradas pelo Script *ExpressionEvaluator*. Tal achado corresponde à literatura, que destaca o fato do respirador oral, a fim de regular o fluxo aéreo, apresentar a tendência de elevar o dorso da língua, já que sua ponta encontra-se abaixada (MARCHESAN, 1997).

Com relação à análise discriminante, as medidas acústicas, isoladamente, não foram capazes de segregar as amostras dos grupos RO e RN (Tabela 3). Tal dado pode ser

justificado pelo fato de que a maioria dos sujeitos revelou graduação de ajustes de qualidade vocal, na análise perceptiva, inferior a grau 2 (próximo ao ajuste neutro, de referência). Diante disso, destaca-se a importância de que tal análise deva ser complementar e integrada à avaliação perceptivo-auditiva (CAMPSI, 2000).

Tabela 3. Matriz de confusão para os resultados da validação cruzada para estimação do grupo de falantes RO (respirador oral) e RN (respirador nasal) a partir das medidas acústicas geradas pelo *script ExpressionEvaluator*.

Modo respiratório	RO	RN	Total	% correto
RO	193	80	274	70
RN	98	175	274	64
Total	292	255	548	67

(Fonte: próprio autor)

Devido às influências do gênero nas variáveis investigadas, também foram realizadas as análises discriminantes por subgrupos de gênero feminino e masculino (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Matriz de confusão para os resultados da validação cruzada para estimação do grupo de falantes RO (respirador oral) e RN (respirador nasal) a partir das medidas acústicas geradas pelo *script ExpressionEvaluator* no subgrupo gênero feminino.

Modo respiratório	RO	RN	Total	% correto
RO	137	45	183	75%
RN	44	138	183	75%
Total	182	183	366	75%

(Fonte: próprio autor)

Tabela 5. Matriz de confusão para os resultados da validação cruzada para estimação do grupo de falantes RO (respirador oral) e RN (respirador nasal) a partir das medidas acústicas geradas pelo *script ExpressionEvaluator* no subgrupo gênero masculino.

Modo respiratório	RO	RN	Total	% correto
RO	74	6	81	91%
RN	15	65	81	80%
Total	89	72	162	85%

(Fonte: próprio autor)

Considerações Finais

Para os grupos estudados (RO e RN), os ajustes supralaríngeos e fonatórios foram os que revelaram maior poder segregatório das amostras dos grupos estudados pela análise perceptiva. Os ajustes de hiperfunção laríngea e de voz áspera foram encontrados em ambos os grupos, porém, apresentaram-se em maior grau para as crianças do gênero feminino do grupo RO. Foram encontrados ajustes supralaríngeos particulares tanto no grupo RO, quanto no RN. As medidas acústicas revelaram menor grau de influência na segregação dos grupos RO e RN, com exceção do subgrupo do gênero masculino, em contraponto aos achados perceptivos, apesar de apresentarem certa correspondência com os julgamentos perceptivos de qualidade vocal.

Referências

- BARBOSA, J. F. *et al.* Investigação sobre a presença de sinais e sintomas da síndrome do respirador bucal em crianças de 1ª à 4ª série do ensino fundamental. **Revista Fono Atual**, São Paulo, v. 5, n. 18, p. 35-43, 2001.
- BEHLAU, M. *et al.* **Conceito de voz normal e classificação das disfonias**. In: Behlau M (org). *Voz: o livro do especialista*. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p. 53-84.
- BOERSMA, P; WEENINK, D. **Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Versão 5.3.51**, 2013. Disponível em: <<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>> Acesso em junho de 2013.
- CAMARGO, Z. MADUREIRA, S. *Voice quality analysis from a phonetic perspective: Voice Profile Analysis Scheme Profile for Brazilian Portuguese (BP- VPAS)*. In: **SPEECH PROSODY**, 4, 2008, Campinas. *Fourth Conference on Speech Prosody - Abstract Book and CD-Rom Proceedings*, v.1, p.57–60, 2008.
- CAMPISI, P. *Voice Program analysis in children with vocal cord nodules*. **Journal of Otolaryngology-Head & Neck Surgery**, v. 29, n. 5, p. 302-308, 2000.
- CATTONI, D. M., *et al.* Características do sistema estomatognático de crianças respiradoras orais: enfoque antroposcópico. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 19, n. 4, p.347-351, 2007.
- DENUNCI, F. V. **Respiração Oral e Qualidade Vocal na Infância: um estudo Comparativo**. 2003. 134f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) – Faculdade de Fonoaudiologia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.
- GENARO, K.F, *et al.* Avaliação miofuncional orofacial – protocolo MBGR. **Revista Cefac**; vol 11, n 2, p. 237-255, Abr-Jun 2009.
- LAVÉ, J. **The phonetic description of voice quality**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.
- LAVÉ, J; *et al.* **A perceptual protocol for the analysis of vocal profiles**. *Edinburg University Department of Linguistics Work in Progress*, v.14, p.131- 155, 1981.
- MARCHESAN ,I.Q. Avaliando e tratando do sistema estomatognático. In: CAMPIOTTO *et al.* **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca; 1997. p. 763-780.
- _____. Avaliação das funções miofuncionais orofaciais. In: FILHO, O.L. *et al.* (Org). **Tratado de Fonoaudiologia**. 2. ed. São Paulo: Tecmed, 2005. p. 713-734.
- _____. Avaliação e terapia dos problemas da respiração. In: _____. (Org.). **Fundamentos em Fonoaudiologia: aspectos clínicos da motricidade oral**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p. 23-36.
- MORAES, M.E.F.; FELICIO, C.M. Avaliação do sistema estomatognático: síntese de algumas propostas. Parte II. **Jornal Brasileiro de Fonoaudiologia**. Curitiba, v 5, n. 18, p. 53-59, 2004.
- Pesquisa desenvolvida como Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde – FaCHS – Curso Fonoaudiologia, sob a orientação da Profa. Dra. Zuleica Camargo.

CAPÍTULO 7

AJUSTES DE QUALIDADE VOCAL NOS TIPOS FACIAIS: ANÁLISE PERCEPTIVO-AUDITIVA E ACÚSTICA

Thamires de Freitas
Luciana Regina de Oliveira
Zuleica Camargo

RESUMO

O conhecimento dos tipos faciais é relevante na atuação fonoaudiológica. O objetivo do estudo foi avaliar os ajustes de qualidade vocal e as frequências formânticas das vogais orais nos tipos faciais: face longa, média e curta. Para tanto, 12 sujeitos adultos foram submetidos à sessão de audiograções. As análises perceptivo-auditiva e acústica foram conduzidas com base no roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme* para o Português Brasileiro (VPAS-PB) e no *software* de livre acesso *Praat*. Foi realizada análise estatística multivariada. Os ajustes de qualidade vocal mostraram alto poder segregatório em discriminar os tipos faciais e permitiram diferenciar cada grupo estudado. Os dados acústicos mostraram escores baixos em sua capacidade de discriminar os tipos faciais.

Descritores: Face; Fala; Acústica; Percepção Auditiva

Introdução

Na prática clínica fonoaudiológica, especialmente aquela ligada à atuação nas especialidades de Motricidade Orofacial e Voz, o conhecimento dos tipos faciais é importante nas várias etapas de trabalho do fonoaudiólogo, uma vez que as funções do sistema estomatognático sofrem influências diretas desses fatores (Ramires et al., 2010).

A relação do arranjo articulado das estruturas e proporções favorece o perfil e equilíbrio facial, sendo essa articulação de elementos importante na produção da voz e fala. Dessa forma, a qualidade vocal e os aspectos ressonanciais, e articulatórios, são decorrentes dos aspectos do tamanho, da constrição e da expansão das cavidades oral e faríngea – além da posição e forma de lábios, língua, arcadas dentárias, mandíbula, palato duro e mole.

Diante disso, o conhecimento de tais fatores pode favorecer o trabalho fonoaudiológico, na adaptação das estruturas do trato vocal à demanda vocal do paciente. Além disso, a compreensão de ajustes realizados em certos tipos de produções vocais, e no trabalho com profissionais da voz, pode favorecer e ampliar as possibilidades de atuação do fonoaudiólogo (Oliveira; Pinho, 2001).

A abordagem fonética da qualidade vocal propõe uma análise integrada do estímulo sonoro que emana da boca do falante, fruto do desempenho nos níveis glótico, supraglótico e de tensão muscular do aparelho fonador. A unidade de análise proposta refere-se ao ajuste de qualidade vocal, tido como tendência de atividade muscular de longo termo do aparelho fonador intrínseco, recorrente no ato de fala, denominado *setting* (traduzido como ajuste) (LAVÉ, 1980).

Na literatura, há escassa menção a trabalhos que enfoquem a interface das correspondências entre qualidade vocal e configurações craniofaciais, associação esta que se mostra relevante. Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi o de avaliar os ajustes qualidade vocal de falantes adultos nos três tipos faciais (face longa, média e curta), a partir de descrições acústicas e perceptivo-auditivas.

Métodos

Projeto aprovado pelo comitê de ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo sob número 502.740.

O grupo de pesquisa foi constituído por 12 sujeitos adultos do gênero feminino, na faixa etária de 18 a 40 anos, sendo 4 sujeitos de cada tipo facial (longa, média e curta).

Foram considerados como critérios de exclusão a presença, por parte dos sujeitos, de alterações ou deformidades craniofaciais e/ou realização prévia de cirurgia ortognática.

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Rádio da instituição de origem. Os procedimentos e instrumentos utilizados nesse processo foram:

- ✓ Gravações em áudio – sala acusticamente tratada com cabine acústica, para controle da interferência de ruídos externos; mesa de som (*soundcraft* - 328XD); computador com placa de som; microfone *headset* unidirecional (AKG – C140);
- ✓ Mensurações de medidas orofaciais: paquímetro digital (*Lee tools* - 150 mm);

✓ Medida tridimensional indireta (fotografias de face) complementar à avaliação - câmera fotográfica (*Sony*, 14.2 megapixels).

Na primeira etapa da coleta de dados, os sujeitos foram submetidos à sessão de audiogravação de amostras de fala compostas por trechos de fala semi-espontânea, a partir da seguinte solicitação: “fale sobre a cidade onde você nasceu” e leitura de frases-veículo (três repetições aleatorizadas de cada) contendo vocábulos com a estrutura pVpv (em que “p” refere-se à consoante [p], “V” à vogal na sílaba tônica: uma das sete vogais orais do português brasileiro ([a], [ɛ]; [e]; [i]; [o]; [o]; [u]) e “v” à vogal na sílaba pós-tônica).

Na segunda parte da coleta, foram realizadas mensurações orofaciais, para análise e classificação dos tipos faciais, sendo tais procedimentos realizados com base no cálculo da diferença entre medidas de altura e largura facial. Para complementação dos registros, a face de cada falante foi fotografada em posição frontal e lateral (lado direito). A análise do tipo facial de cada sujeito foi conduzida com base no protocolo MBGR (GENARO et al., 2009).

A análise perceptivo-auditiva da qualidade vocal dos sujeitos foi realizada por meio do roteiro fonético de avaliação da qualidade vocal: *Vocal Profile Analysis Scheme*, para o Português Brasileiro – VPAS-PB (CAMARGO, MADUREIRA, 2008), disponível no [Anexo 1](#).

Os julgamentos do perfil de qualidade vocal de cada sujeito, com base na descrição e graduação dos ajustes de qualidade vocal dos planos glótico, supraglótico e de tensão do aparelho fonador foi conduzida por um juiz experiente e com formação para utilização do roteiro fonético.

O perfil de qualidade vocal de cada sujeito foi traçado considerando-se cada emissão do falante (fala semiespontânea e das repetições de frases-veículos) e, assim, as especificidades de cada trecho de fala foram consideradas.

O conjunto de gravações em áudio foi analisado do ponto de vista acústico, por meio da extração de medidas de frequências formânticas - Hz (F1, F2 e F3) das sete vogais orais do português brasileiro em posição tônica, por meio do *plug-in Akustyk* aplicável ao *software* de livre acesso *Praat* (Boersma; Weenink, 2013).

A análise integrada dos dados foi realizada por meio de análise estatística de natureza multivariada (análise aglomerativa hierárquica de *cluster*, análise discriminante, de correlação canônica e ANOVA linear), com auxílio do *software XLSTAT (Addinsoft)*.

Resultados

Os resultados da análise discriminante mostraram alto poder segregatório dos ajustes de qualidade vocal, avaliados por meio do roteiro VPAS-PB, em discriminar cada sujeito (falante) estudado (Tabela 1).

Tabela 1. Matriz de confusão para os resultados da validação para estimação do sujeito (falante), a partir dos julgamentos perceptivos de ajustes de qualidade vocal por meio do roteiro VPAS-PB.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	% correto
1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	21	85,71%
2	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	100,00%
3	0	2	16	0	0	0	0	3	0	0	0	0	21	76,19%
4	5	0	0	13	0	0	0	0	1	0	1	1	21	61,90%
5	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	21	100,00%
6	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	21	100,00%
7	1	0	0	0	0	0	15	0	0	5	0	0	21	71,43%
8	11	1	0	1	0	0	0	8	0	0	0	0	21	38,10%
9	0	0	0	0	0	0	5	0	14	2	0	0	21	66,67%
10	2	0	0	0	0	0	7	1	1	10	0	0	21	47,62%
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1	21	95,24%
12	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	18	21	85,71%
Total	38	24	16	15	21	22	27	12	16	17	24	20	252	77,38%

Legenda:

Face longa	
Face média	
Face curta	

(Fonte: próprio autor)

Do ponto de vista perceptivo, os ajustes de qualidade vocal mostraram alto poder segregatório em discriminar os tipos faciais, sobretudo entre o tipo facial longo, em relação aos tipos médio e curto (Tabela 2).

Tabela 2. Matriz de confusão para os resultados da validação cruzada da análise discriminante para estimação do tipo facial a partir dos julgamentos perceptivos de ajustes de qualidade vocal por meio do roteiro VPAS-PB.

	Face média	Face curta	Face longa	Total	% correto
Face média	67	17	0	84	79,76%
Face curta	11	72	1	84	85,71%
Face longa	1	2	81	84	96,43%
Total	79	91	82	252	87,30%

(Fonte: próprio autor)

As variáveis influentes na segregação das amostras de cada tipo facial (com 93,21% de influência geral) foram os ajustes de qualidade vocal da esfera supralaríngea (lábios arredondados: 53,7%; labiodentalização: 44,5%; corpo de língua avançado: 44,1%; corpo de língua abaixado: 44,1%; expansão faríngea 44,1%; constrição faríngea: 44,1% e laringe abaixada: 44,1%).

Os achados perceptivos para os tipos faciais médio e curto mostraram tendências de segregação dos ajustes supralaríngeos de extensão diminuída de mandíbula, mandíbula fechada e hiperfunção laríngea, em relação aos demais ajustes para o primeiro grupo (médio) e, mandíbula fechada, laringe elevada e hiperfunção laríngea para o segundo grupo (curto).

Para o tipo facial longo, os ajustes com maior influência segregatória foram aqueles de lábios arredondados, laringe abaixada, expansão faríngea, lábios estirados, constrição faríngea, corpo de língua abaixado e avançado e labiodentalização. Foram encontradas, na análise discriminante, correlações entre ajustes de qualidade vocal e tipos faciais, com influência dos ajustes supraglóticos de lábios, língua, mandíbula, corpo de língua e de dimensão faríngea: lábios (arredondados 45%, labiodentalização 36,9% e estirados 35,3%) e mandíbula (extensão diminuída 34,6%), corpo de língua (abaixado 34,7% e avançado 24,9%) e faringe (constrição 36,9% e expansão: 36,9%).

Em relação à análise acústica foi possível estimar os valores de média, desvio-padrão (DP), mínimo (Min.) e máximo (Max.) das frequências formânticas (F1, F2 e F3) para cada vogal oral do PB, respectivamente para os grupos de falantes dos tipos faciais médio, curto e longo (Tabelas 3 a 5).

Tabela 3. Valores de média, desvio-padrão (DP), mínimo (Min.) e máximo (Max.) dos três primeiros formantes (F1, F2 e F3) das sete vogais orais do português brasileiro do tipo facial médio (face média).

Tipo facial: face média					
	Vogal	Média	DP	Min.	Max.
[a]	F1	1000,9	43,8	931	1069
	F2	1504,8	74,5	1363	1607
	F3	2710,7	179,1	2425	2934
[ɛ]	F1	682,4	37,4	602	737
	F2	2291,9	83,9	2121	2411
	F3	3031,3	131,2	2753	3219
[e]	F1	472,5	24,8	434	957
	F2	2509,8	105,9	2367	2675
	F3	3150,8	127,8	2497	3348
[i]	F1	358,3	43,9	289	753
	F2	2680,5	177,3	2441	2973
	F3	3352,3	302,4	2432	3695
[ɔ]	F1	713,3	48,8	641	823
	F2	1045,3	59,6	958	1121
	F3	2861,9	180,8	2636	3160
[o]	F1	515,8	26,3	453	554
	F2	904	47,8	828	2757
	F3	3011,5	169,6	2653	3372
[u]	F1	461,8	39,3	403	753
	F2	812,9	28,5	766	1130
	F3	2964,8	244,1	2532	3252

Tabela 4. Valores de média, desvio-padrão (DP), mínimo (Min.) e máximo (Max.) dos três primeiros formantes (F1, F2 e F3) das sete vogais orais do português brasileiro do tipo facial curto (face curta).

Tipo facial: face curta					
Vogal		Média	DP	Min.	Max.
[a]	F1	959,8	48,4	848	1039
	F2	1425,1	93,3	1333	1636
	F3	2808,3	144	2528	2997
[ɛ]	F1	684,8	62,7	592	814
	F2	2187,2	71,2	2030	2428
	F3	2957,8	61,9	2861	3084
[e]	F1	469,5	47,7	407	697
	F2	2437,3	51,8	2343	2506
	F3	3169	84,6	3069	3307
[i]	F1	345,8	44,2	280	424
	F2	2630	84,4	2467	2714
	F3	3444,6	137,8	3271	3675
[ɔ]	F1	708,1	53,9	610	794
	F2	1048,5	112	926	1275
	F3	2841,8	64,1	2728	2956
[o]	F1	514,4	48,5	450	697
	F2	910,3	112,2	783	1112
	F3	2851,3	101	2593	3160
[u]	F1	409	31,3	357	454
	F2	804,1	68	710	524
	F3	2869,3	107,3	2555	2952

(Fonte: próprio autor)

Tabela 5. Valores de média, desvio-padrão (DP), mínimo (Min.) e máximo (Max.) dos três primeiros formantes (F1, F2 e F3) das sete vogais orais do português brasileiro do tipo facial longo (face longa).

Tipo facial: face longa					
Vogal		Média	DP	Min.	Max.
[a]	F1	955,4	87,4	809	1065
	F2	1534,3	97,3	1359	1653
	F3	2770,7	98,9	2601	2978
[ɛ]	F1	667	66,4	524	762
	F2	2248,9	83,5	2129	2653
	F3	3035,1	111,6	2818	3233
[e]	F1	437,1	36,4	368	645
	F2	2469,5	125	2311	2662
	F3	3132,9	87,9	2947	3307
[i]	F1	375,7	37,1	312	437
	F2	2623,8	127,1	2402	2757
	F3	3322,8	63,3	3203	3419
[ɔ]	F1	699,1	96,3	532	801
	F2	1037,9	92,3	887	1190
	F3	2951,4	111,5	2770	3129
[o]	F1	524	72,1	394	680
	F2	874,9	100	684	1043
	F3	3047,6	100,3	2882	3268
[u]	F1	428,3	45,2	338	498
	F2	756,6	79,1	597	883
	F3	2680,6	544,2	1415	3095

(Fonte: próprio autor)

Do ponto de vista acústico, a avaliação do poder segregatório das medidas formânticas (F1, F2 e F3) em discriminar os tipos faciais mostrou escores mais baixos em relação aos dados perceptivos (Tabela 2). Os resultados das correlações entre dados perceptivos e acústicos (análise de correlação canônica e ANOVA linear), assim como entre tipos faciais e medidas formânticas, mostraram baixos escores de correlação.

Os valores médios são apresentados por vogais na Tabela 6 de forma global, sem especificação por tipos faciais, uma vez que não foram encontradas diferenças nos valores médios de frequências formânticas das vogais orais do PB em cada tipo facial estudado.

Tabela 6. Valores médios de F1, F2 e F3 por vogais dos estímulos analisados.

Estímulo (vogal)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
[a]	975	1500	2775
[ɛ]	679	2241	3003
[e]	459	2468	3147
[i]	360	2647	3373
[ɔ]	704	1044	2876
[o]	515	891	2974
[u]	433	792	2855

(Fonte: próprio autor)

A análise integrada de dados perceptivos (ajustes de qualidade vocal dos planos glótico, supraglótico e de tensão, avaliados por meio do roteiro VPAS-PB), acústicos (medidas de frequências formânticas – F1, F2 e F3) e de tipos faciais (face média, curta de longa) foi realizada por meio da análise de correlação canônica.

A avaliação de correlações entre as variáveis – tipos faciais e medidas formânticas (F1, F2 e F3) foi realizada por meio da análise ANOVA linear.

Os dados da análise de correlação canônica revelaram correlações entre tipos faciais e ajustes de qualidade vocal da seguinte ordem:

- ✓ Lábios (arredondados 45%, labiodentalização 36,9% e estirados 35,3%);
- ✓ Mandíbula (extensão diminuída 34,6%);
- ✓ Corpo de língua (abaixado 34,7% e avançado 24,9%);
- ✓ Faringe (constricção 36,9% e expansão: 36,9%).

Os resultados da análise de correlação canônica entre as esferas perceptiva (ajustes de qualidade vocal) e acústica (medidas de frequências formânticas – F1, F2 e F3) indicaram baixo grau de relações entre as variáveis.

A análise ANOVA linear para análise das correlações entre tipos faciais e medidas formânticas (F1, F2 e F3) revelou, igualmente, baixos escores de correlação (Tabela 7).

Tabela 7. Matriz de correlação entre as variáveis tipos faciais e medidas de frequências formânticas (F1, F2 e F3) por meio da análise ANOVA linear.

Matriz de correlação						
Variáveis	Face média	Face curta	Face longa	F1	F2	F3
Face média	1,000	-0,502	-0,506	0,016	0,038	0,047
Face curta	-0,502	1,000	-0,492	-0,016	-0,043	-0,030
Face longa	-0,506	-0,492	1,000	-0,001	0,004	-0,017
F1	0,016	-0,016	-0,001	1,000	-0,186	-0,426
F2	0,038	-0,043	0,004	-0,186	1,000	0,557
F3	0,047	-0,030	-0,017	-0,426	0,557	1,000

(Fonte: próprio autor)

Discussão

Na literatura pesquisada, há escassa menção a trabalhos que caracterizem a produção vocal nas variações de crescimento do esqueleto craniofacial, definidas como tipos faciais (RAMIRES et al., 2010; OLIVEIRA, PINHO, 2001).

Os dados perceptivos dos ajustes de qualidade vocal em relação ao tipo facial longo (face longa) reforçam o princípio de compatibilidade entre os ajustes de qualidade vocal. Podemos discutir essa diversidade, com respaldo no conceito de qualidade vocal, de acordo com princípios do modelo fonético, que a define como o resultado de ajustes musculares de longo termo do aparelho fonador individuais a cada falante (LAVÉ, 1980).

O agrupamento dos ajustes de corpo de língua avançado e de corpo de língua abaixado mostra consonância com a literatura estudada, referente às características funcionais no tipo facial longo, como a tendência da língua em manter uma posição mais anteriorizada, geralmente no assoalho oral ou entre os dentes em decorrência da distância vertical. Tal adaptação encontra respaldo no fato de o terço inferior da face estar frequentemente aumentado e, por isso, o falante pode também apresentar dificuldade de fechamento labial (MARCHESAN, 1994; BIANCHINI, 2001).

A associação dos ajustes de hiperfunção laríngea e de laringe elevada, encontrada no tipo facial curto, reforça o princípio de interdependência e compatibilidade entre os ajustes de qualidade vocal, segundo preceitos fonéticos de abordagem da qualidade vocal (LAVÉ, 1980). Nesta concepção, o funcionamento interdependente dos níveis laríngeo e supralaríngeo e a interligação da musculatura envolvida na produção vocal, explicaria a ocorrência por compatibilidade de ajustes simultâneos ao longo do trato vocal.

A literatura aponta como característica anatômica e funcional no tipo facial curto, a musculatura potente, com músculos elevadores da mandíbula espessos, em especial o músculo masseter, que se apresenta encurtado e hipertônico. Tais aspectos funcionais podem contribuir para a sobrecarga na articulação temporomandibular e para a limitação

dos movimentos mandibulares, levando à reduzida movimentação mandibular na fala, podendo sobrecarregar a laringe (BIANCHINI, 2004).

Tais fatores podem explicar a tendência aos ajustes de mandíbula fechada e de hiperfunção laríngea nesse tipo facial. O ajuste de laringe elevada, por sua vez, tende a ocasionar maior força adutora de pregas vocais e pode contribuir, assim, para o aumento da tensão laríngea na produção vocal (PINHO; PONTES, 2008). Tal fato pode explicar a associação de ajustes de laringe elevada e de hiperfunção laríngea.

Os resultados da análise discriminante para avaliação do poder segregatório dos ajustes de qualidade vocal em predizer cada falante estudado e cada tipo facial mostraram relevância. Tais resultados apontam a importância da avaliação perceptiva da qualidade vocal nos tipos faciais.

As correlações entre as variáveis perceptivas e acústicas e, correspondências entre tipos faciais e medidas acústicas, também apresentaram valores baixos. Ao contrário, as correlações entre ajustes de qualidade vocal e tipos faciais mostraram valores relevantes para os grupos de ajustes supralaríngeos de lábios (arredondados 45%, labiodentalização 36,9% e estirados 35,3%), mandíbula (extensão diminuída 34,6%), corpo de língua (abaixado 34,7% e avançado 24,9%) e de faringe (construção 36,9% e expansão: 36,9%).

Os valores médios de frequências formânticas (F1, F2 e F3) apresentados, sem diferenciações quanto aos tipos faciais estudados, para mulheres na faixa etária de 18 a 40 anos, sem alterações de fala, podem contribuir para o campo, ainda pouco explorado, de estudos em fonética acústica, referentes à descrição de informações acústicas sobre a produção das vogais orais do português brasileiro, como o de Sviceró (2012).

Considerações Finais

Os ajustes de qualidade vocal avaliados por meio de análise perceptivo-auditiva permitem a diferenciação dos tipos faciais médio, curto e longo, especialmente entre o tipo facial longo em relação aos tipos médio e curto.

Os valores das medidas de frequências formânticas (F1, F2 e F3) não permitiram a diferenciação dos tipos faciais.

As correspondências entre análise perceptivo-auditiva e tipos faciais indicaram a relevância dos ajustes supralaríngeos de lábios, língua, mandíbula corpo de língua e dimensão faríngea.

Referências

Bianchini, E. M. G. Avaliação Fonoaudiológica da Motricidade Orofacial- Distúrbios Miofuncionais Orofaciais ou Situações Adaptativas. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**. Maringá, v.6, n.3, p. 73-82, 2001.

Bianchini, E. M. G. Articulação Temporomandibular e Fonoaudiologia. In: FERREIRA, L.P.; BEFI-LOPES, D.M.; LIMONGI, S.CO. **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p.315-329.

Boersma, P.; Weenink D. *Praat: doing phonetics by computer [Computer program]*. Versão 5.3.51, 2013. Disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>.

CAMARGO, Z. MADUREIRA, S. **Voice quality analysis from a phonetic perspective: Voice Profile Analysis Scheme Profile for Brazilian Portuguese (BP- VPAS)**. In: SPEECH PROSODY, 4, 2008, Campinas. Fourth Conference on Speech Prosody - Abstract Book and CD-Rom Proceedings, v.1, p.57–60, 2008.

GENARO, K. F, *et al.* Avaliação miofuncional orofacial – protocolo MBGR. **Revista Cefac**; vol 11, n 2, p. 237-255, Abr-Jun 2009.

LAVER, J. **The phonetic description of voice quality**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

MARCHESAN, I. Q. O trabalho fonoaudiológico nas alterações do sistema estomatognático. In: MARCHESAN, I.Q. *et al.* **Tópicos em Fonoaudiologia**. São Paulo: Lovise. 1994. p. 83-96.

OLIVEIRA, V. L.; PINHO, S.M.R. A qualidade da voz e o trato vocal nos indivíduos de face curta e face longa. IN: PINHO, S.M.R. **Tópicos em voz**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 81-88.

PINHO, S. M. R.; PONTES, P. **Músculos intrínsecos da laringe e dinâmica vocal - Desvendando os segredos da voz**. Rio de Janeiro: Revinter, 2008.

RAMIRES, R. R. *et al.* Tipologia facial aplicada à Fonoaudiologia: revisão de literatura. **REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FONOAUDIOLOGIA**, v.15, n.1, p.140-145, 2010.

SVICERO, M. A. F. **Caracterização acústica e de imagens de ultrassonografia das vogais orais do Português Brasileiro**. 2004. 68f.

Dissertação (Programa de estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

Pesquisa desenvolvida como Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde – FaCHS – Curso Fonoaudiologia, sob a orientação da Profa. Dra. Zuleica Camargo.

CAPÍTULO 8

PERFIL VOCAL DE PROFESSORES: ANÁLISE INTEGRADA DE DADOS DE PERCEPÇÃO E ACÚSTICA

Maria Fabiana Bonfim de Lima-Silva

Sandra Madureira

Luiz Carlos Rusilo

Zuleica Camargo

Resumo

O objetivo deste trabalho é verificar a aplicabilidade do roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme* para o Português Brasileiro na avaliação perceptiva de qualidade e de dinâmica vocal de professoras com distúrbio vocal e discutir a sua correspondência a dados acústicos. A casuística consta de 25 professoras com queixas ou distúrbio vocal e diagnóstico de alteração laríngea. As amostras foram analisadas do ponto de vista perceptivo e acústico. O roteiro mostrou-se aplicável, uma vez que identificou os mecanismos de sobrecarga do aparelho fonador, os quais encontraram correspondência acústica (medidas de frequência fundamental, de intensidade, espectro de longo termo e de declínio espectral).

Descritores: Qualidade de Voz; Percepção Auditiva; Acústica; Docente; Fonética

Introdução

A avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal é um dos procedimentos mais antigos e amplamente utilizados na avaliação e diagnóstico de distúrbios da voz (DE BODT et al., 1996; SIMÕES-ZENARI e LATORRE, 2008; LIMA-SILVA et al., 2012), sendo que a eficácia de seus resultados depende fortemente da experiência do avaliador (DE BODT et al., 1996; BLAUSTEIN e BAR, 1983; WEBB et al., 2004; SILVA et al., 2012).

Roteiros e escalas utilizados usualmente na clínica fonoaudiológica para avaliação perceptivo-auditiva centram-se nos aspectos fonatórios e utilizam variados *corpora*. Além disso, poucos deles se fundamentam em modelos teóricos, como é o caso do *Vocal Profile Analysis Scheme* (VPAS), bem como investigam os correlatos acústicos de ajustes de qualidades vocais que podem ser identificados auditivamente com o auxílio deste roteiro.

O roteiro VPAS (LAVÉRE et al., 1981), e sua adaptação para o Português Brasileiro VPAS-PB (CAMARGO; MADUREIRA, 2008a), disponível no [Anexo 1](#), detalha a ocorrência de diversos ajustes, nos planos articulatório, fonatório e de tensão, bem como elementos da dinâmica vocal (*pitch*, *loudness*, uso de pausas e suporte respiratório), sob a perspectiva fonética. Estudo mostra que a investigação da correlação entre os ajustes de qualidade vocal e medidas acústicas, extraídas por meio do *script SG Expression Evaluator*, possibilita a identificação de aspectos de co-ocorrência de ajustes (RUSILO, CAMARGO; MADUREIRA, 2011).

A análise detalhada dos correlatos acústicos de qualidade vocal e seu poder discriminatório em estimar os ajustes de qualidade vocal no plano de percepção é um desafio, mas pode promover uma descrição detalhada dos aspectos relacionados aos ajustes de qualidade vocal (laríngeos, supralaríngeos e de tensão).

Nesse sentido, a escassez de pesquisas que fundamentem um método de análise dos julgamentos perceptivos da qualidade vocal baseado no modelo fonético, e em procedimentos de tratamento estatístico, justifica o interesse por este trabalho.

Esta pesquisa teve por objetivo verificar a aplicabilidade do roteiro de natureza fonética *Vocal Profile Analysis Scheme* para o Português Brasileiro (VPAS-PB) (CAMARGO; MADUREIRA, 2008a), para a avaliação perceptiva de qualidade e dinâmica vocal de amostras de fala de um grupo de professores com distúrbio da voz e alteração laríngea de duas escolas da rede pública do ensino fundamental e médio do município de Sorocaba (SP) e discutir a correspondência a dados de análise acústica.

Revisão de Literatura

A abordagem fonética investiga a produção de sons pelo aparelho fonador em seus correlatos acústicos, perceptivos (auditivos) e fisiológicos (articulatórios). Nessa linha, Camargo (2002) afirma que a descrição fonética pode colaborar para a mudança do panorama de distinção entre voz (qualidade vocal) e fala, situando-se, assim, esta elaboração teórica contrariamente a uma visão dicotômica. De acordo com o modelo fonético (LAVÉRE, 1980), a qualidade vocal congrega mobilizações dos planos laríngeo (ajustes fonatórios), supralaríngeo (ajustes articulatórios) e de tensão muscular (ajustes de tensão) do aparelho fonador. Este mesmo teórico define, então, qualidade vocal como resultante de ajustes

fonatórios, articulatorios e de tensão que caracterizam a fala de um indivíduo de maneira parcial ou total.

Mackenzie-Beck (2005) acresce a essa definição o aspecto respiratório, referindo que a definição de qualidade vocal compatibiliza todas as tendências de produção de fala de longo termo, características de um falante em particular, ou seja, o produto das atividades respiratória, laríngea e do trato vocal.

Deve-se notar que a qualidade vocal é um dos veículos que favorecem as interações sociais, tanto em termos comunicativos quanto informativos. É ela, de fato, resultante da combinação entre o estado orgânico do falante (fatores intrínsecos) e os ajustes fonéticos (fatores extrínsecos) produzidos pelo aparelho fonador. São estes últimos (ajustes musculares de longo termo) de controle voluntário, codificados dentro de enquadramentos culturais, linguísticos e paralinguísticos e utilizados pelos falantes de maneira comunicativa. Desse modo, são controláveis os ajustes musculares, podendo ser aprendidos e modificados quando se faz necessário (MACKENZIE-BECK, 2005).

No Brasil, vários estudos foram realizados sob a perspectiva fonética, com os autores apontando vantagens nesta abordagem da qualidade vocal (MADUREIRA, 1992; SPINA e CRISPIM, 1998; PEDRO, 1998; CASSOL; BEHLAU; MADUREIRA, 2001; FOUQUET, 2001; CAMARGO, 2002; DENUNCI, 2003; GUEDES, 2003; HARA; VELOSO, 2003; MAGRI, 2003; CAMARGO, VILARIM e CUKIER, 2004; ANDRADE, 2004; MENDES, 2004; NUNES, 2005; PERALTA, 2005; VIOLA, 2006; CUKIER, 2006; LIMA et al., 2007; MAGRI et al., 2007; CAMARGO; MADUREIRA, 2008a; CAMARGO; MADUREIRA, 2008b; CAMARGO; MADUREIRA, 2009; LIMA, MADUREIRA; CAMARGO, 2009; CAMARGO; MADUREIRA, 2010; MADUREIRA; CAMARGO, 2010; CAMARGO et al., 2010; CAMARGO; RUSILO; MADUREIRA, 2011; FERNANDES, 2011).

Para Madureira (2006), a Fonética, além de promover o aperfeiçoamento da escuta, permite que se integrem informações de produção às de percepção, favorecendo a atuação do fonoaudiólogo quanto a este trazer aportes substanciais à clínica fonoaudiológica.

Tais aportes aplicam-se, seja ao lidar com os distúrbios da fala, seja ao avaliar a qualidade e dinâmica vocal, mas especialmente ao assessorar profissionais da voz. Nesse sentido, a Fonética oferece subsídios para a análise de fala, com base tanto no modelo e roteiro para a descrição das qualidades e da dinâmica da voz (LAVÉ, 1980; LAVÉ et al., 1981), quanto no estudo da interface que engloba da “intenção à articulação” (LEVELT, 1989) e mesmo da “articulação à percepção” (LINDBLUM, 1996).

Desse modo, as funções comunicativas da qualidade vocal envolvem qualquer modificação fonética pretendida pelo falante ao passar determinada informação. Modificações essas que podem ser:

- de curto termo, afetando alguns segmentos utilizados para regular o discurso, por meio de modificações no tom de voz;
- ou de longo termo, usadas para sinalizar ao leitor a emoção ou o humor do falante (LYONS, 1977). Assim é que cada falante tende a usar, em longo termo, ou de forma recorrente, ajustes musculares particulares como parte de seu estilo habitual de fala (LAVÉ, 1979).

Contudo, as características de qualidade vocal de natureza orgânica (fatores intrínsecos), e, portanto, de controle involuntário, não deixam de afetar o poder informativo da voz. Isso significa que os ouvintes são capazes de fazer inferências sobre os atributos

físicos, psicológicos ou sociais de um determinado sujeito, justamente baseados no julgamento auditivo de sua voz. No caso de descrições de padrões habituais da qualidade vocal, relativas ao sotaque de uma região ou comunidade, Mackenzie-Beck (2005) sugere que essas características de qualidade vocal sejam consideradas de caráter informativo e não comunicativo, ainda que também sejam um produto de ajustes musculares do aparelho fonador.

Dessa forma, a qualidade vocal oferece informações veiculadas permanentemente, de longo termo; e temporariamente (quase permanentes), de curto termo (LAVÉ, 1979; LAVÉ, 1980; LAVÉ, 2000; LAVÉ; MACKENZIE-BECK, 2007). De maneira mais permanente e fora do controle do falante, a voz transmite características como gênero, idade e estado físico (caso, por exemplo, de doenças respiratórias). Temporariamente controlável ou não, a voz veicula informações de ordem comunicativa e/ou emocional, a que corroboram as seguintes palavras de Mackenzie-Beck (2005): a qualidade vocal “comunica e informa”.

Outro ponto de destaque, no modelo fonético, refere-se à adoção de uma unidade analítica, o “*setting*” (o ajuste) que corresponde a uma tendência de o falante manter, por um certo período de tempo, uma postura fonatória, ou articulatória, ou de tensão. Além disso, o modelo estabelece um ajuste de referência: o ajuste neutro. O termo “neutro” refere o padrão intermediário de manifestação dos ajustes nos planos laríngeo, supralaríngeo e de tensão, que funciona como um sistema de referência para identificação dos ajustes que resultam de uma determinada descrição vocal.

Nesse aspecto, o modelo fonético de descrição da qualidade vocal oferece várias contribuições relevantes para a avaliação da qualidade vocal, justamente por adotar uma unidade analítica, permitindo variadas combinações. O parâmetro utilizado como referência para os julgamentos não é a “normalidade” (dentro da clássica dicotomia normal *versus* alterado), característica da maioria das escalas e protocolos fonoaudiológicos da área de voz, mas a “referência” a um estado intermediário de atividade (ajuste neutro), que permite graduar as manifestações de condições comunicativas, informativas, expressivas e, inclusive, das alterações de qualidade vocal.

Além disso, o modelo é fundamentado em três princípios. Os dois primeiros referem-se à relação entre ajustes:

- de compatibilidade, em que um ajuste exclui por antagonismo a execução do outro;
- de interdependência, em que um ajuste interfere na produção de outro (facilitando ou alterando a realização desse outro), estando ambos relacionados ao funcionamento interdependente dos movimentos musculares do trato vocal;
- o terceiro refere-se à relação entre ajustes e segmentos e denomina-se princípio de suscetibilidade. Neste, um segmento (vogal e consoante) pode ser suscetível à interferência de um ajuste; isto é, ele refere o grau de vulnerabilidade dos segmentos em relação aos ajustes, principalmente aqueles segmentos tidos como “chave” para a detecção dos eventos da qualidade vocal (MACKENZIE-BECK, 2005). Dessa forma, quando os ajustes apresentam características não compartilhadas pelo segmento, este último torna-se mais suscetível à influência dos primeiros.

Vale acrescentar que, em estudo recente com um grupo de professoras, Fernandes (2011) descreveu uma relação de interdependência entre os ajustes de qualidade vocal

e os elementos de dinâmica vocal. Observou também que há ajustes mais compatíveis com certas adaptações laríngeas, sendo possível detectar combinações de ajustes no trato vocal, na laringe e no nível de tensão muscular, que sinalizam quadros de alteração de voz no grupo pesquisado.

Com base nessa perspectiva, o foneticista John Laver, junto a um grupo composto por duas fonoaudiólogas e um cientista de fala apresentaram o roteiro denominado *Vocal Profile Analyses Scheme – VPAS* (LAVÉ et al., 1981). Esse roteiro foi fruto de um projeto que teve a duração de três anos (1979-1982), cujo objetivo foi desenvolver uma ferramenta de avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal, que poderia ser usada tanto na clínica, quanto na pesquisa científica. O projeto envolveu sujeitos portadores de perda auditiva profunda, paralisia cerebral, síndrome de Down e doença de Parkinson.

Dessa maneira, o roteiro *VPAS* propicia a avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal por meio da análise de aspectos supralaríngeos, laríngeos e de tensão muscular, bem como a avaliação dos aspectos da dinâmica vocal, ou seja, dos demais elementos prosódicos da fala, tais como os parâmetros de *pitch* e *loudness* (avaliados quanto ao padrão habitual, à extensão e à variabilidade), a duração (continuidade e taxa de elocução), além do suporte respiratório. Dessa forma, o avaliador constrói, por meio do *VPAS*, um perfil vocal do que escuta na fala de um indivíduo de forma recorrente (LAVÉ et al., 1981; LAVÉ, 2000; LAVÉ; MACKENZIE-BECK, 2007).

Vale salientar que Laver (1980) considera a possibilidade de ocorrência de ajustes compostos (combinações de ajustes simples) para o plano fonatório. Dessa forma, a combinação dos ajustes de voz áspera (ajuste composto resultante da combinação de ajuste modal e fator aspereza) e de escape de ar (ajuste simples) compõe a característica de rouquidão como entendida por Laver et al. (1981).

Laver (1980) ainda reforça que a aspereza se relaciona a um aumento de tensão laríngea, causado por onda glótica irregular, perturbações de frequência fundamental e característica sonora tida como “desagradável”.

Nos primórdios da avaliação vocal, não somente no Brasil, as avaliações perceptivas, tanto do ponto de vista da clínica, quanto do campo científico, em geral, eram baseadas em conceitos e descrições impressionísticas oriundas dos mais variados campos de conhecimento, acarretando uma grande diversidade atributiva à qualidade vocal: escura, brilhante, abafada, gutural, clara, aberta, assobiada, anasalada, branca, flutuante, infantil, com cor, cortante, desafinada, macia, mole, leve (BOONE, 1996).

Com o objetivo de analisar o papel da matéria fônica na veiculação de efeitos de sentido, e as implicações metafóricas e estéticas da construção de sentido via som no discurso oral, Madureira (1992) empregou o *VPAS* como instrumento de descrição da qualidade vocal em contexto de expressividade, no qual foi realizada uma análise dos recursos vocais de um locutor. Spina e Crispim (1998) também utilizaram o *VPAS*, porém como ferramenta auxiliar de análise de demarcação de fronteiras prosódicas mediais e finais em enunciados lidos. Outro estudo empregou esse roteiro como um instrumento de investigação das alterações de qualidade vocal ao longo dos enunciados (PEDRO, 1998).

O roteiro de avaliação da qualidade vocal, *Vocal Profile Analysis Scheme – VPAS* passa por atualizações frequentes (LAVÉ, 2000; LAVÉ e MACKENZIE-BECK, 2007).

Dessa forma, a fim de ser aplicado no caso de falantes brasileiros e, em razão da presença de características fonéticas específicas da nossa língua, esse roteiro passou por

uma adaptação para o Português Brasileiro - PB, que resultou no roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme for Brazilian Portuguese – VPAS-PB*, realizado por Camargo e Madureira (2008a), o qual sofreu algumas mudanças de terminologia dos ajustes baseadas nas publicações de Laver et al. (1981); Laver (2000); Mackenzie-Beck (2005); Laver; Mackenzie-Beck (2007) e dos próprios conhecimentos atuais da fisiologia do aparelho fonador. A literatura referente à aplicação do VPAS pode ser abordada em termos de estudos do distúrbio da voz (ou da qualidade vocal) e dos aspectos de voz profissional ou de descrições de populações sem distúrbios, em que pesem os aspectos expressivos, informativos e comunicativos da qualidade vocal.

No que se refere aos distúrbios da voz, apresentam-se os seguintes estudos: Cassol, Behlau e Madureira (2001), Fouquet (2001), Camargo (2002), Denunci (2003), Guedes (2003), Hara e Veloso (2003), Andrade (2004), Camargo, Vilarim e Cukier (2004), Mendes (2004), Nunes (2005), Peralta (2005), Cukier (2006), Magri et al. (2007), Lima, Madureira e Camargo (2009) e Fernandes (2011). Vale destacar que os dois últimos investigaram especificamente o objeto de interesse da presente investigação: a voz do professor.

Nesse horizonte de investigações, pode-se verificar, de um lado, que parte dos estudos foi realizada com sujeitos que apresentavam alterações outras, para além do distúrbio da voz (DENUNCI, 2003; ANDRADE, 2004; CUKIER, 2006)

Por outro lado, pesquisas que investigaram os aspectos expressivos, informativos e comunicativos da qualidade e da dinâmica vocal foram feitas com sujeitos:

- profissionais da voz (MADUREIRA, 1992; VIOLA, 2006; MADUREIRA; CAMARGO, 2010);
- não profissionais da voz, em que são exemplares os falantes de João Pessoa (PB), em Lima et al. (2007); e de outras localidades brasileiras, em Spina e Crispim (1998) e Pedro (1998).

Esse panorama das pesquisas brasileiras com VPAS reforça a abrangência e a profundidade teórica do roteiro de avaliação fonética da qualidade e da dinâmica vocal.

Destaque-se, neste documento, que a qualidade vocal é avaliada de forma a considerar a plasticidade e a flexibilidade do aparelho fonador.

Nessa perspectiva, o estudo de Lima et al. (2007) teve o objetivo de analisar a qualidade vocal nos planos acústico e perceptivo auditivo, com o uso do VPAS, de falantes pessoenses (não profissionais da voz e sem alteração vocal). Os autores verificaram que há o predomínio de ajustes de corpo de língua recuado no gênero masculino, e de corpo de língua recuado e abaixado no feminino.

Dessa forma, os dados do plano supralaríngeo representam um importante achado da dimensão de produção vocal, de forma que sua caracterização deve ser aprimorada na avaliação fonoaudiológica da voz, pois deve influenciar no planejamento terapêutico e, conseqüentemente, no tratamento e evolução do quadro clínico (MAGRI et al., 2007).

Dificuldades de várias ordens, por parte do avaliador (juiz), ao investigar a voz de acordo com o VPAS, são apresentadas em algumas pesquisas (CASSOL, BEHLAU; MADUREIRA, 2001; CAMARGO, 2002; HARA; VELOSO, 2003; NUNES, 2005), que apontam algumas questões essenciais a serem consideradas quando do uso do VPAS, dentre elas destacando-se a formação e a correspondente experiência dos examinadores.

Autores outros relatam as dificuldades dos juízes relacionadas ao julgamento do grupo de ajustes supralaríngeos, em relação (ou em detrimento) aos laríngeos, principalmente na região da língua (CASSOL, BEHLAU; MADUREIRA, 2001; CAMARGO, 2002; NUNES, 2005). Para Nunes (2005), tal dificuldade ocorra talvez pelo fato de os fonoaudiólogos não dedicarem a devida atenção à musculatura oromiofuncional na avaliação da voz. Além disso, a autora salienta que são poucos os fonoaudiólogos com adequada experiência na utilização do roteiro VPAS.

Segundo Hara e Veloso (2003), as dificuldades encontradas pelos examinadores para o uso do VPAS podem ser superadas com o treinamento auditivo e uma consistente fundamentação teórica, como o reforçam Camargo e Madureira (2008b), ao investigarem a validade e o consenso entre os examinadores sobre o uso do roteiro VPAS (LAVÉR, 2000).

Desde 1979, Laver refere que, a fim de que o avaliador possa aprender o sistema fonético de descrição da qualidade vocal, este precisa ser capaz de discriminar e identificar os diferentes elementos auditivos. Segundo o modelo, as qualidades analisadas podem ser reproduzidas por falantes anatômico e fisiologicamente normais.

De acordo com Abercrombie (1967) e Laver (1994), a vinculação entre informações individuais e variáveis da qualidade vocal corresponde às funções paralinguísticas da qualidade vocal. Dessa forma, a qualidade vocal pode sofrer variações de acordo com o contexto de fala, isto é, a partir do estilo de fala eleito. A qualidade vocal do professor, ministrando uma aula aos alunos, certamente é distinta daquela que usaria numa entrevista de trabalho, ou daquela que ele utilizaria em situação de leitura, ou mesmo numa conversa coloquial. As diferenças de qualidade vocal em função da tarefa de fala (semiespontânea e lida) foram constatadas por Lima, Madureira e Camargo (2009).

Com relação à avaliação da qualidade vocal por meio do VPAS-PB, Camargo e Madureira (2008b) elaboraram um *corpus* específico para registros de amostras justamente com a finalidade de avaliação fonética da qualidade vocal. A partir do referido *corpus*, foi composto um banco de dados de qualidades vocais, empregado em treinamento dos juízes neste roteiro, o qual foi utilizado na pesquisa de Camargo et al. (2010). O *corpus* em questão, fundamentado no princípio de susceptibilidade proposto por Laver (1980), foi composto por 10 sentenças-chave, elaboradas com o uso de segmentos-chave, fundado na proposta de Mackenzie-Beck (2005).

No caso de assessoria vocal, o roteiro VPAS tem precisa aplicabilidade: pode auxiliar o ator ou dublador na criação de personagens, por exemplo, ao proporcionar-lhes uma ampla variedade de possibilidades de composição de ajustes (VIOLA, 2006). Aplicações bem sucedidas na medida em que favorecem a composição de perfis de qualidade e dinâmica vocal veiculadoras a diferenciadas atitudes e sentimentos das personagens, reveladoras inclusive de padrões físicos, de variáveis sociais, econômicas e culturais.

O uso do roteiro VPAS, muitas vezes, pode auxiliar no diagnóstico e na conduta terapêutica em situações em que não apenas a voz esteja afetada, como nos casos de disfagia após AVE (ANDRADE, 2004) e de disfunção paradoxal de pregas vocais (CUKIER, 2006).

Quanto à qualidade vocal do ponto de vista acústico, o presente estudo pauta-se na teoria acústica da produção da fala e, especialmente, no modelo fonte-filtro proposto por Gunnar Fant (1970), em que o sinal glótico (produzido pela vibração das pregas vocais-sinal da fonte) sofre efeitos ao longo do trato vocal supraglótico (sistema ressonador-ação de filtro), até a saída deste para o meio externo (efeito de radiação).

Tal base teórica sustenta muitos dos procedimentos de análise acústica do sinal de fala e voz, propostos desde então, de forma a oferecer possibilidades de caracterização de sons das línguas e de variantes sonoras (SPINA; CRISPIM, 1998; VIOLA, 2006; LIMA et al., 2007; MADUREIRA; CAMARGO, 2010); além de investigações de distúrbios de voz e de fala (CAMARGO, 2002; CAMARGO, VILARIM e CUKIER, 2004; ANDRADE, 2004; PERALTA, 2005; NUNES, 2005; CUKIER, 2006; MAGRI et al., 2007; CAMARGO; MADUREIRA, 2009; RUSILO, CAMARGO; MADUREIRA, 2011).

Além da extração de medidas acústicas relativas à frequência, à intensidade e à duração, os instrumentos de análise acústica oferecem a possibilidade de inspeção acústica de diversas modalidades de decomposição da onda sonora (espectrogramas, espectros e curvas de f0 e de intensidade) (CAMARGO; MADUREIRA, 2004). Dentre estas diversas possibilidades, figura o espectro médio de longo termo (ELT).

O ELT consiste na representação da intensidade em diferentes faixas de frequências, ou seja, corresponde à média de uma série de espectros independentes de curto termo, aplicados a uma emissão de duração suficiente, que não seja influenciada por características particulares de segmentos (CAMARGO, 2002).

Aplicação clínica do ELT é reforçada como meio de documentação da caracterização vocal de falantes com e sem distúrbio da voz (CAMARGO; MADUREIRA, 2009; CAMARGO; MADUREIRA, 2010; RUSILO, CAMARGO; MADUREIRA, 2011) e de profissionais da voz (LEINO, 1993; PINCZOWER; OATES, 2005; MASTER, 2005; MASTER et al., 2006). Além disso, este instrumento é utilizado no tratamento de distúrbio da voz, como registro do processo de evolução da reabilitação vocal, investigando a eficácia de técnicas de terapia vocal (MUNRO et al., 1996) e o monitoramento dos resultados de tratamentos de voz (NORDENBERG; SUNDBERG, 2003; LAUKKANEN, SUNDBERG; BJÖRKNER, 2004; CUKIER et al., 2005a; CUKIER ET AL., 2005b; e TANNER et al., 2005).

Em vozes profissionais, o ELT é empregado para descrever o formante do cantor (SUNDBERG, 1987) e o formante do falante (LEINO, 1993), que estão relacionados ao aumento de intensidade em determinadas frequências do sinal, os quais guardam relação com mecanismos de projeção da voz.

Hammarberg e Gauffin (1995) descrevem correlação significativa entre a voz soprosa e o declínio de ELT. Os autores observaram declínio abrupto do nível de intensidade espectral na banda de frequências 0-2,0 kHz em relação à de 2,0-5,0 kHz, enquanto o nível espectral na banda de 5,0-8,0 kHz foi quase do mesmo nível que o da banda de 2,0-5,0 kHz. Além disso, esse tipo de voz foi correlacionado a uma média de frequência fundamental elevada.

A voz soprosa e hipofuncional caracteriza-se por declínio espectral abrupto após a região do primeiro formante e por um componente de ruído acima de 5 kHz (HAMMARBERG et al., 1980; KITZING, 1986; FIGUEIREDO, 1993).

O ajuste de voz crepitante (*creaky voice*) foi caracterizado por declínio espectral abrupto ao redor da frequência do terceiro formante, no nível espectral da frequência de banda 5,0-8,0 kHz. Além disso, esse tipo de voz está correlacionado à baixa média de frequência fundamental (HAMMARBERG; GAUFFIN, 1995). Por outro lado, se a voz crepitante estiver relacionada aos ajustes de constrição faríngea, elevação laríngea e hiperfunção laríngea, há aumento da frequência do F1, redução da frequência de F2 nas vogais anteriores e da frequência do F4 em todas as vogais (LAUKKANEN, SUNDBERG; BJÖRKNER, 2004).

Os ajustes de hiperfunção vocal são caracterizados, no espectro de longo termo, pela diminuição da intensidade do componente de frequência fundamental - primeiro harmônico (LAUKKANEN, SUNDBERG; BJÖRKNER, 2004) - e pelo nível de intensidade do espectro nas frequências mais baixas (entre 500 Hz e 1200 Hz), com o declínio espectral mais suave (FIGUEIREDO, 1993), e subsequente aumento de energia espectral nas demais faixas de frequências, principalmente entre 1,0 kHz e 3,0 kHz (LAUKKANEN, SUNDBERG; BJÖRKNER, 2004) e 2,0 kHz e 5,0 kHz (HAMMARBERG; GAUFFIN, 1995).

Para Hammarberg e Gauffin (1995), o fator hiperfuncional está relacionado ao esforço vocal, com correlação significativa no alto nível espectral em todas as três frequências de banda do ELT. Neste contexto, o nível elevado de pressão sonora, na frequência de banda de 2-5 kHz, mostrou-se a correlação mais importante.

Pesquisadores do Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição - LIAAC desenvolveram estudos que abordaram a correlação das esferas acústica e perceptivo-auditiva. Dentre essas pesquisas, a maior parte enfoca a associação entre as medidas acústicas do sinal sonoro e a descrição de ajustes supralaríngeos, laríngeos e de tensão por meio do roteiro VPAS (SPINA; CRISPIM, 1998; CAMARGO, VILARIM; CUKIER, 2004; ANDRADE, 2004; PERALTA, 2005; VIOLA, 2006; CUKIER, 2006; LIMA et al., 2007; MAGRI et al., 2007; MADUREIRA; CAMARGO, 2010; RUSILO, CAMARGO; MADUREIRA, 2011). Além disso, há trabalhos que investigaram a qualidade vocal com base na correlação das três esferas de análise: acústica, perceptivo-auditiva e fisiológica (CAMARGO, 2002; NUNES, 2005; CAMARGO; MADUREIRA, 2009).

Métodos

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP (298/2008). A casuística refere-se a 25 professores do gênero feminino com queixas ou manifestações de distúrbios da voz e diagnóstico otorrinolaringológico de alteração laríngea.

Os estímulos utilizados para a análise perceptivo-auditiva referem-se a gravações de trechos de fala semi-espontânea (entrevista e simulação de aula) e de leitura de texto padronizado (CAMARGO, MADUREIRA; TSUJI, 2003) totalizando 75 estímulos retirados de banco de dados de pesquisa anterior.

As amostras de áudio foram registradas com uso de microfone do tipo *headset*, da marca *Plantronics*, modelo *GameCom PRO 1*, a uma distância de aproximadamente 15cm da comissura labial direita, acoplado a um *notebook*, da marca HP *Pavillion ZE 4920 CEL M330 1.4G*.

As vozes foram gravadas por meio do *software SoundForge 7.0*, da *Sony*, na frequência de amostragem 22050 Hz, 16 bits, extensão wav. Tais amostras foram submetidas a três tarefas de percepção, cujos objetivos e resultados são sintetizados abaixo.

Tarefa de Percepção 1

Foi realizada com o objetivo de definir a natureza das amostras de fala, ou seja, as tarefas de fala: lida e semi-espontânea (entrevista e simulação de aula) a serem utilizadas no experimento de avaliação perceptiva, com base na consideração dos níveis de interferências nos julgamentos pelo VPAS-PB. Os resultados mostraram que a manifestação dos ajustes de qualidade vocal e dos aspectos de dinâmica vocal no roteiro VPAS-PB variou em função do da tarefa de fala avaliada.

Tarefa de Percepção 2

Foi conduzida para definir a duração das amostras a serem utilizadas no experimento. Foram selecionadas quatro amostras de fala de duas professoras com alteração laríngea em duas tarefas de fala. Tais amostras foram editadas em durações diferenciadas (20 segundos, 30 segundos e 40 segundos). Participaram deste experimento 10 juízes, os quais foram solicitados a julgar a qualidade vocal em formulário específico. Os resultados mostraram que o aumento da duração das amostras não teve impacto nos julgamentos perceptivos de qualidade vocal. Dessa forma, optou-se pela duração das amostras de fala da pesquisa em 20 segundos.

Tarefa de Percepção 3

Foi desenvolvida com o intuito de selecionar as gravações com melhor qualidade de áudio, por meio da medida de relação sinal-ruído (SNR). Foram selecionadas 36 amostras. Em 24 delas, foram adicionados dois níveis de ruído (no ponto médio e máximo). As amostras foram analisadas por oito juízes com níveis de experiência variados no uso do roteiro VPAS-PB e por dois juízes experientes, considerados como referência. Quando foram comparadas as respostas do grupo de juízes àqueles tidos como referência, verificou-se que a maioria das respostas foi compatível entre si, com leve aumento de número de erros proporcional ao aumento do nível de ruído na amostra.

Após a consideração dos resultados das três tarefas de percepção, foi composto *corpus* do experimento de percepção de qualidade vocal, em que constaram 75 amostras de fala (editadas em trechos com aproximadamente de 20 segundos de duração, extraídas das gravações das 03 tarefas de fala por 25 professoras) e 15 repetições de algumas destas amostras, utilizadas para abordagem da fidedignidade das respostas dos juízes, num total de 20% de repetição de amostras do *corpus* (GUIRARDELLO, 2005).

O banco de dados do experimento de percepção de qualidade vocal contou com 90 amostras, etiquetadas enquanto enunciados referentes à fala lida (FL), semiespontânea – entrevista (FSE), semiespontânea - simulação de aula (FSA) e analisadas do ponto de vista perceptivo-auditivo (roteiro VPAS-PB, disponível no [Anexo 1](#)) no *software* Praat, com auxílio do *script Experiment MFC 3.2*, versão 5143 (disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>).

O *script Experiment MFC 3.2* foi utilizado como uma ferramenta para aleatorizar os estímulos a serem apresentados a um grupo de cinco juízes (J1 a J5) para a tarefa de julgamento da qualidade vocal com motivação fonética. Na primeira tela do experimento de

percepção, foi apresentada a instrução do teste. Nas outras janelas, acionadas pelo juiz, foram apresentados os 90 estímulos sonoros.

A duração do experimento correspondeu a aproximadamente quatro horas por juiz, distribuídas em quatro sessões, em dias distintos, com duração de uma hora cada, e intervalos (pausas) de cinco minutos, após apresentação de conjunto de dez amostras, para descanso auditivo.

A seleção do grupo de juízes pautou-se na formação em Fonética e experiência na aplicação do roteiro VPAS-PB. Optou-se por reunir juízes com graus de experiência e de formação diferenciados, a fim de se discutir as interferências dessas variáveis no domínio da avaliação de qualidade vocal, conforme o Quadro 1.

Para uniformização de procedimentos e de respostas a eventuais dúvidas, a pesquisadora convidou os cinco juízes (J1 a J5) para participação no *Workshop* intitulado “Roteiro VPAS-PB: treinamento auditivo”, com duração de 15 horas. O Juiz 5 não participou desse *Workshop* e utiliza rotineiramente a avaliação perceptivo-auditiva em sua prática clínica, porém com base em outros instrumentos de avaliação.

No Quadro 1, são apresentadas as particularidades de cada um dos juízes participantes do experimento de percepção da qualidade vocal com motivação fonética.

Quadro 1. Caracterização dos juízes participantes do experimento de percepção da qualidade vocal com motivação fonética.

Juiz	Tempo de formação profissional (anos)	Formação	Tempo de uso do roteiro VPAS-PB (meses)	Tempo de formação no roteiro VPAS-PB (meses)	Participação no <i>Workshop</i> – roteiro VPAS-PB (anterior à aplicação do experimento)
J1	4	Fonoaudióloga com mestrado em Fonoaudiologia	18	18	Sim
J2	10	Fonoaudióloga com mestrado em Linguística	36	18	Sim
J3	24	Fonoaudióloga com mestrado em Linguística	18	18	Sim
J4	23	Fonoaudióloga com doutorado em Linguística	156	156	Sim
J5	28	Fonoaudióloga doutoranda em Linguística	6	6	Não

(Fonte: próprio autor)

Do ponto de vista acústico, as mesmas amostras foram analisadas por meio do *script SG ExpressionEvaluator* (BARBOSA, 2009), também aplicável ao *software Praat*, o qual automaticamente extrai medidas de frequência fundamental (f0) (mediana, semi-amplitude interquartis, assimetria e quantil de 99,5%), intensidade (assimetria), declínio espectral (DE - média, desvio-padrão – DP e assimetria) e espectro de longo termo – ELT (DP).

A maioria das medidas extraídas foi previamente normalizada durante o processo de extração das medidas pelo referido *script*. Os dados perceptivos e acústicos foram analisados estatisticamente por meio de testes de comparação de médias e métodos de análise multivariada (análise canônica, de cluster, e discriminante). Também foi realizada a análise do perfil da qualidade vocal das amostras estudadas, além da análise aglomerativa hierárquica de *cluster*, dos ajustes de qualidade vocal e aspectos de dinâmica vocal com base nos julgamentos dos quatro juízes que participaram do *Workshop* “Roteiro VPAS-PB: treinamento auditivo”.

Os dados acústicos foram analisados por meio da análise aglomerativa hierárquica de *cluster*. Os procedimentos de análise de correlação canônica e de análise discriminante foram aplicados ao estudo das correlações entre dados perceptivos e medidas acústicas. O *software Xlstat – Addinsoft* foi utilizado em todas as análises.

Resultados

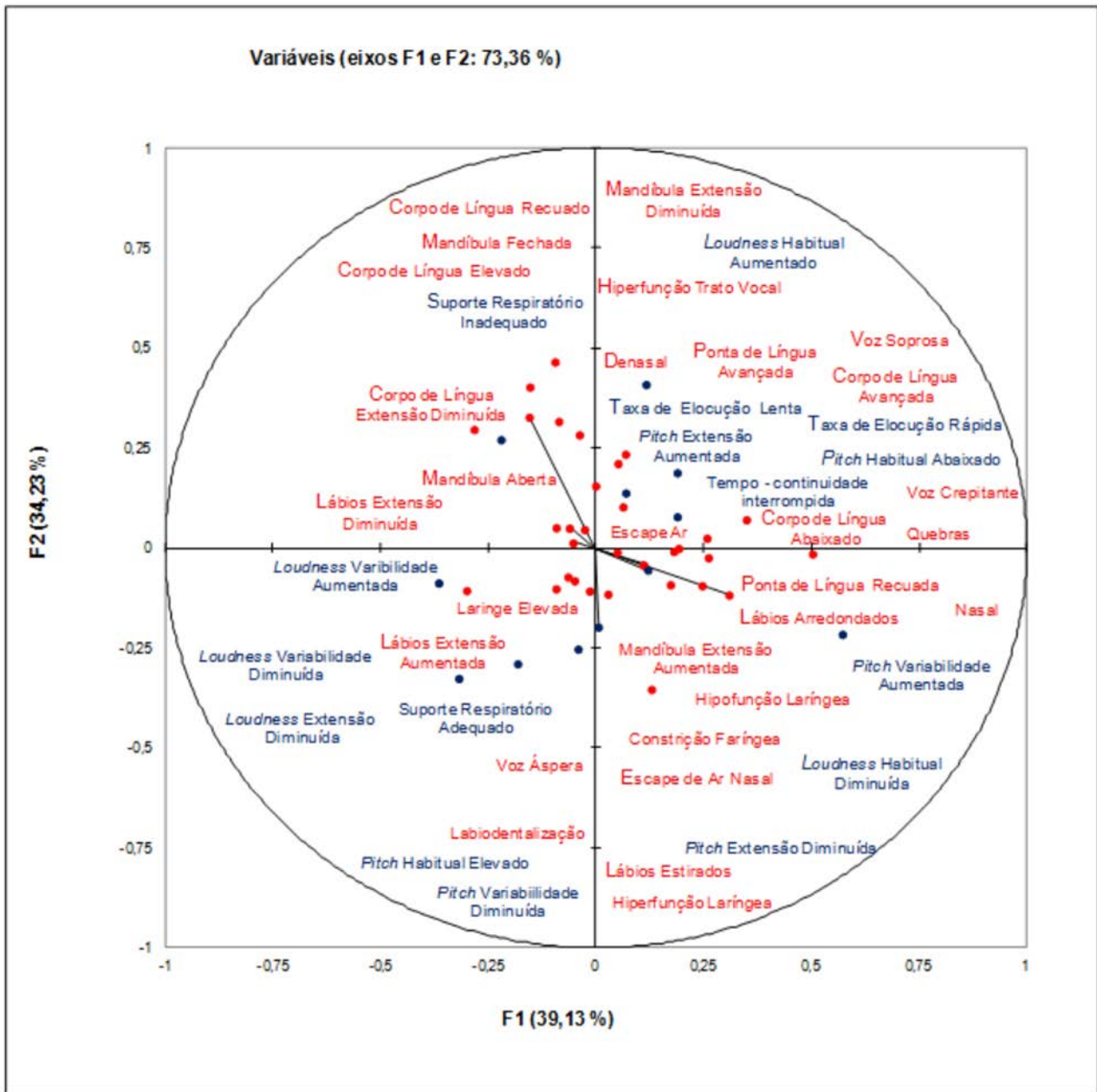
Os ajustes de qualidade vocal mais frequentes no grupo estudado, em ordem decrescente de ocorrência foram: hiperfunção laríngea, voz áspera, laringe elevada, hiperfunção do trato vocal, mandíbula fechada, constrição faríngea, corpo de língua elevado e escape de ar. Quanto aos aspectos da dinâmica vocal, em ordem decrescente, destacaram-se: suporte respiratório inadequado, diminuição da variabilidade de *pitch*, *pitch* habitual elevado, *loudness* habitual elevado, taxa de elocução rápida e variabilidade de *loudness* aumentado.

As medidas acústicas que mostraram combinações extremas foram: média e desvio-padrão de declínio espectral e desvio-padrão de ELT, num extremo, e no outro, mediana de f0 e quantil de 99,5% de f0.

Com relação à correspondência entre os dados perceptivos e os acústicos foi encontrado que as medidas de f0 (mediana) e de ELT (desvio-padrão) estiveram próximas a ajustes fonatórios. De um lado, as medidas de f0 (assimetria e semi-amplitude entre quartis), bem como a intensidade (assimetria), estiveram em grupo com ajustes de laringe elevada, extensão diminuída de mandíbula e variabilidade diminuída de *loudness*. De outro lado, as medidas de f0 (quantil 99,5%) e de declínio espectral (média, desvio-padrão e assimetria) estiveram localizadas em grupo com a maior concentração de ajustes, dentre os quais, dos mais frequentes, destacaram-se hiperfunção laríngea, hiperfunção de trato vocal, constrição faríngea, mandíbula fechada e corpo de língua elevado, além dos aspectos de dinâmica vocal relativos a suporte respiratório inadequado, *pitch* e *loudness* habitual elevados, *pitch* e *loudness* variabilidade diminuída.

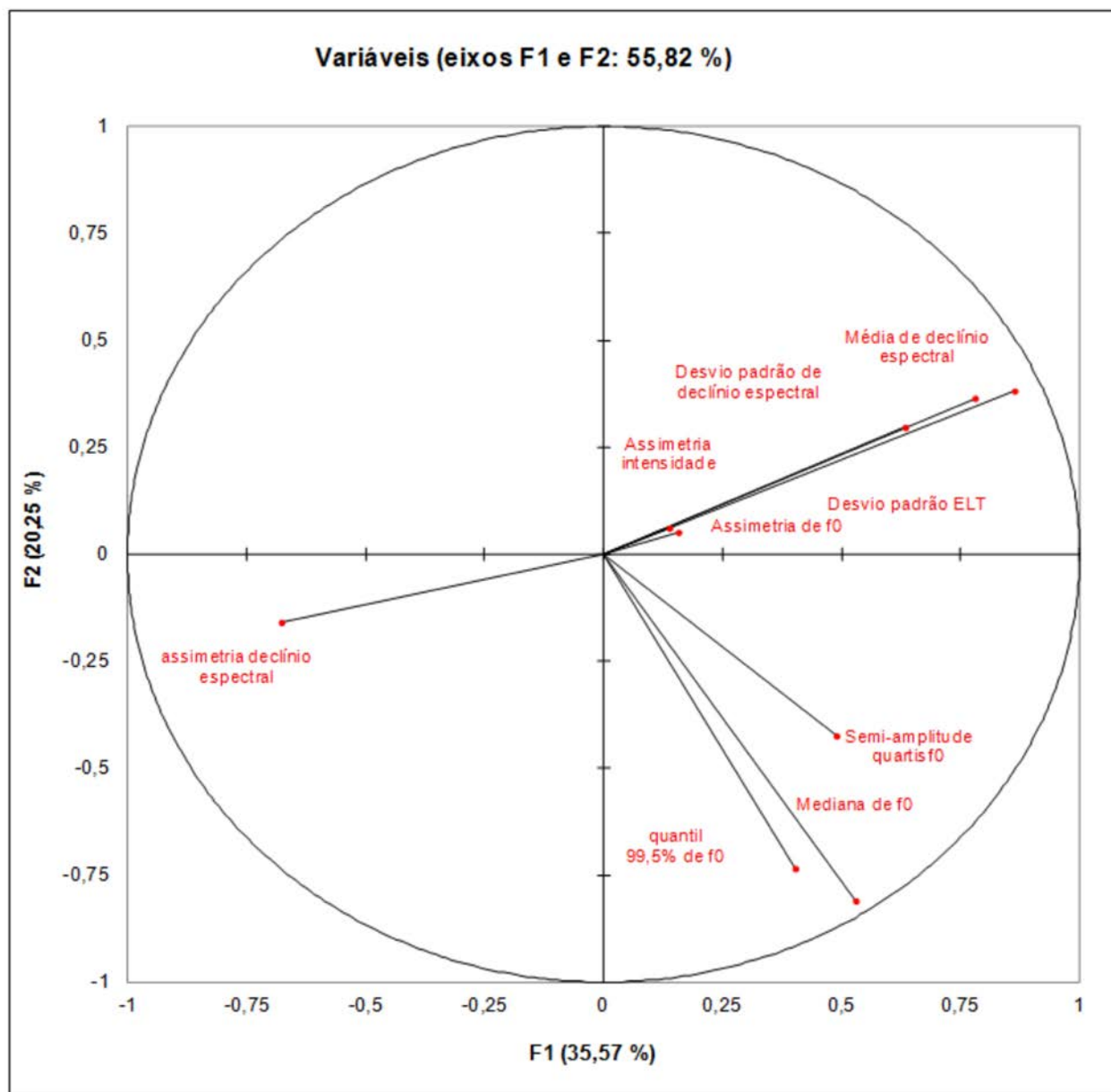
A Figura 1 apresenta o diagrama circular referente à análise discriminante para os julgamentos de ajustes de qualidade vocal e aspectos da dinâmica.

Figura 1. Diagrama circular referente à análise discriminante para os julgamentos de ajustes de qualidade vocal e aspectos da dinâmica.



A Figura 2 apresenta o diagrama circular referente à análise discriminante das medidas acústicas de f0, intensidade, declínio espectral e ELT, gerados pelo *script SG ExpressionEvaluator*.

Figura 2. Diagrama circular referente à análise discriminante das medidas acústicas de f0, intensidade, declínio espectral e ELT, gerados pelo *script SG ExpressionEvaluator*.



(fonte: próprio autor)

Discussão

Na prática fonoaudiológica da área de voz, a avaliação perceptiva da qualidade vocal é considerada padrão ouro (KÖHLE, CAMARGO; NEMR, 2004). Ainda que alguns pesquisadores a classifiquem como um método subjetivo, inconstante, com grande variabilidade terminológica, destaca-se que a avaliação perceptiva depende da formação e da experiência do avaliador, assim como de sua condição de atenção ao longo do procedimento (BELE, 2005; SELLARS et al., 2009; OATES, 2009).

São escassos estudos que apresentem uma abordagem metodológica para análise dos julgamentos perceptivos da qualidade vocal, fundamentado em modelo fonético (LAVER, 1980), bem como em procedimentos de tratamento estatístico para consideração de julgamentos de vários juízes. A presente pesquisa buscou apresentar uma abordagem metodológica para desenvolver um experimento de avaliação perceptiva de qualidade vocal em amostras de professoras com distúrbios da voz e/ou alteração laríngea, por meio do roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme (VPAS)*.

Diante deste roteiro de avaliação fonética da qualidade vocal, o banco de dados disponível para a presente pesquisa apresentava farto material em termos de estilos de fala, da qualidade dos registros e da característica singular de coleta de vozes de professores em seu ambiente de trabalho. Desta conjunção de fatores, a abordagem de aspectos linguísticos, paralinguísticos e extralinguísticos da qualidade vocal ganha destaque (MACKENZIE-BECK, 2005).

Em termos dos procedimentos de delimitação do grupo estudado, vale ressaltar que a exploração de diferentes tarefas de fala (teste de percepção 1) e seu impacto nos julgamentos de qualidade vocal colaboraram para a discussão dos dados de análise acústica de longo termo em termos das diferenças entre estilos de fala (lida, semiespontânea-entrevista e semiespontânea- simulação de aula). Tal nível de análise visa contribuir com indicações sobre o comportamento vocal de professores de ensino fundamental e médio.

Os experimentos do teste de percepção 2 colaboraram para o estabelecimento de limites de duração de amostras para a finalidade de julgamento perceptivo-auditivo da qualidade vocal, tema amplamente debatido em termos de abordagens acústicas de longo termo do sinal vocal (PITTAM, 1987; PITTAM; MILLAR, 1988). Além disso, há que se considerar que variações de qualidade vocal podem ocorrer como sinalização e expressão de atitudes e emoções (MADUREIRA, 2008a; MADUREIRA; CAMARGO, 2010), de forma que trechos de maior duração podem não ser passíveis de classificação única, dada a presença de ajustes intermitentes ou alternantes no trecho. Além disso, levou-se em conta a condição de conforto dos juízes para execução de tarefa de percepção auditiva de uma grande quantidade de estímulos.

Por fim, a exploração dos dados do teste de percepção 3 colaboraram para a compreensão das particularidades da interação da percepção de sinais aperiódicos em condições variadas de gravação, especialmente naquelas com relações sinais ruído comprometidas.

Quanto ao perfil de qualidade vocal do grupo de falantes, vale indicar que os achados foram compatíveis com quadros de alteração laríngea, conforme critérios de inclusão na amostra. Neste aspecto, a questão da compatibilidade dos ajustes e da sua interdependência, enquanto princípios que regem a relação entre os diversos ajustes de qualidade vocal (LAVER, 1980) pode ser destacada.

A prevalência de ajustes fonatórios (voz áspera e escape de ar), de tensão (hiperfunção laríngea e de trato vocal) e do trato vocal supralaríngeo (laringe elevada, mandíbula fechada, constrição faríngea e corpo de língua elevado) em associação a aspectos da dinâmica vocal concernentes ao suporte respiratório inadequado, variabilidade de *pitch* e *loudness* diminuída, *pitch* e *loudness* habitual elevado e aumento da taxa de elocução propiciam uma cuidadosa leitura de ocorrências que são típicas de quadros de distúrbios da voz por alterações laríngeas.

Nesse sentido, a combinação de ajustes fonatórios de voz áspera e escape de ar caracteriza o termo conhecido como “rouquidão” (LAVÉ, 1980) nas demais escalas de diferencial semântico utilizadas em avaliações de qualidade vocal, como é o caso da GRBASI (DEJONCKERE, 1996).

Os ajustes de tensão associam-se a vários ajustes do trato vocal, tais como a mandíbula fechada, que favorece a posição elevada de laringe e o aumento da força adutora de pregas vocais (PINHO; PONTES, 2008). Os ajustes de constrição faríngea e de elevação da laringe levam à diminuição da extensão da área do trato vocal, favorecendo a sobrecarga de mecanismos fonatórios e influenciando os aspectos da dinâmica vocal tais como o deslocamento superior da f_0 e da intensidade do sinal (traduzidos no roteiro enquanto *pitch* e *loudness* habituais pelas questões da percepção). Sabe-se que emissão em limites superior ou inferior da extensão vocal gera sobrecarga nos mecanismos fonatórios e atenua as variações naturais que poderiam ocorrer (achados de diminuição da variabilidade de *pitch* e *loudness*). Outro achado interessante foi a taxa de elocução aumentada, que também é considerada como um fator de hiperfunção vocal.

Neste aspecto, destaca-se que a aplicação do roteiro VPAS-PB propiciou uma descrição ampliada de aspectos de qualidade e de dinâmica vocal para a situação a que se destinava, a de caracterização de quadro de distúrbio da voz com componente de alteração laríngea primária ou secundária à demanda vocal, respectivamente denominadas disfonias funcionais-estruturais e orgânico-funcionais (PINHO et al, 2011).

Como reforço à argumentação, vale destacar que o levantamento de qualidade vocal em um grupo de 60 falantes sem referência a queixas vocais (RUSILO, CAMARGO; MADUREIRA, 2011) revelou predomínio de ajuste modal (ausente no grupo do presente estudo), ponta de língua avançada, voz crepitante, hiperfunção de laringe, voz áspera e extensão limitada de mandíbula. Tais aspectos reforçam particularidades da qualidade vocal em grupos com características e demandas vocais distintas, uma vez que o grupo do estudo de Rusilo, Camargo e Madureira (2011) continha alguns professores universitários, porém de contexto distinto daquele do presente estudo- ensino fundamental e médio. Pode-se indagar se os achados de ajustes de voz áspera, hiperfunção de laringe e extensão diminuída de mandíbula seria um esboço de um futuro quadro de distúrbio da voz por alguns falantes do grupo do estudo de Rusilo, Camargo e Madureira (2011), entretanto a divergência com maior incidência de ajuste modal parece estabelecer um claro limite entre os grupos.

Neste momento de comparações de achados de diferentes estudos, cabe acrescentar à discussão achados de Fernandes (2011), em que avaliou a qualidade vocal, do ponto de vista fonético, das vozes de um banco de dados de professores da rede pública da cidade de São Paulo, utilizado anteriormente na pesquisa de Giannini (2010), estudo caso-controle para distúrbio da voz. As diferenças ocorreram em termos dos ajustes mandíbula fechada, constrição faríngea e corpo de língua elevado, não detectados em escala tão ampla quanto no presente estudo. Além disso, houve concordância a praticamente todos os achados de dinâmica vocal, exceto por Fernandes (2011) ter encontrado *pitch* habitual abaixado.

Retomando as bases teóricas do modelo de descrição da qualidade vocal (LAVÉ, 1980, 2000; MACKENZIE-BECK, 2005) e tendências de estudos que reforçam o caráter multidimensional da qualidade vocal (KREIMAN, GERRAT, 2000; CAMARGO, MADUREIRA, 2010; RUSILO, CAMARGO; MADUREIRA, 2011), resta a análise da combinação de ajustes de qualidade vocal de acordo com as modalidades de análise multifatorial.

As análises revelaram sobreposição de uma quantidade expressiva de ajustes, de forma que não houve a formação de subclasses bem definidas, provavelmente pela combinação recorrente de vários dos ajustes de qualidade vocal e aspectos de dinâmica vocal enfocados. Algumas combinações de ajustes que mostraram concentração extremas na distribuição do diagrama circular da Figura 1 foram ajustes de mandíbula- extensão diminuída, hiperfunção de trato vocal, mandíbula fechada, corpo de língua elevado e recuado, *loudness* habitual aumentado e suporte respiratório inadequado num extremo do diagrama e hiperfunção laríngea, *pitch* habitual elevado, variabilidade de *pitch* diminuída, lábios estirados, labiodentalização e *pitch* - extensão diminuída. Os dois extremos congregam vários dos ajustes e aspectos da dinâmica vocal mais frequentes no grupo estudado.

Outro aspecto interessante foi observar a tendência evidenciada em cada um destes subgrupos descritos: primeiro a tendência foi de diminuição da dimensão de cavidade oral e da orofaringe, ou seja ajustes do trato vocal transversais ou latitudinais (LAVÉ, 1980), enquanto no segundo grupo as ações congregaram ajustes supralaríngeos que encurtam o trato vocal no sentido longitudinal (LAVÉ, 1980) e se associam a ajuste de tensão (hiperfunção laríngea) e a aspectos de dinâmica vocal relacionados à elevação de *pitch* e à diminuição de sua extensão e variabilidade. As ações de cada subgrupo estão relacionadas entre si. Além disso, os dois extremos revelaram que a mobilização deste grupo é vigorosa no sentido de ações que levam à redução da dimensão das cavidades supraglóticas, à redução da extensão do trato vocal, com conseqüente aumento do nível de hiperfunção laríngea, os quais afetam os mecanismos glóticos, tanto em termos do fechamento mais vigoroso, como da modificação do modo vibratório das pregas vocais, com tendências à elevação de f_0 e restrição da extensão e da variabilidade de f_0 , bem como redução da variabilidade de intensidade (*loudness* pelo aspecto perceptivo do roteiro) e de seu aumento no plano habitual.

Estudos anteriores esboçaram tais relações, porém neste grupo as mobilizações revelaram-se mais vigorosas, especialmente em termos de suas associações detectadas.

Desta forma, os mecanismos de sobrecarga do aparelho fonador em seus vários níveis de atividade foram detectados por meio da análise perceptivo-auditiva. Resta-nos prosseguir na busca por correspondências no plano da acústica do sinal vocal, como forma de respaldar a complementaridade das investigações perceptiva e acústica da qualidade vocal.

A justificativa para a descrição complementar de dados acústicos da qualidade vocal reside no fato de que “qualidade vocal é uma interação entre a acústica do sinal vocal e um ouvinte” (KREIMAN;GERRAT, 2000), de maneira que as descrições acústicas são tidas como essenciais para se dimensionar o impacto que o sinal vocal promove no ouvinte. Além disso, as esferas acústica e fisiológica são fontes de descrição dos ajustes de qualidade vocal no modelo fonético (LAVÉ, 1980).

Quanto às combinações de medidas acústicas de f_0 , intensidade, declínio espectral e espectro de longo termo (ELT) que mostraram concentração extremas na distribuição do diagrama circular da Figura 2, destacam-se: média e desvio-padrão de declínio espectral e desvio-padrão de ELT, no extremo do diagrama; e no outro, mediana de f_0 e quantil de 99,5% de f_0 .

Quanto às correspondências de achados das análises, perceptivo-auditiva e acústica, foram evidenciadas que as medidas de f_0 (mediana) e de desvio padrão do ELT estiveram próximas a ajustes fonatórios tais como voz áspera e escape de ar. Tais ajustes implicam em aperiodicidade do sinal vocal, o que pode comprometer os níveis de f_0 habitual, bem como os aspectos de declínio espectral há pouco mencionados (HAMMARBERG; GAUFFIN, 1995; LAUKKANEN, SUNDBERG; BJÖRKNER, 2004).

As medidas de f_0 (assimetria e semi-amplitude entre quartis), bem como a intensidade (assimetria) agruparam-se a ajustes de laringe elevada, extensão diminuída de mandíbula e variabilidade diminuída de *loudness* (Figura 3).

As medidas de f_0 (quantil 99,5%) e de declínio espectral (assimetria, média e desvio-padrão), estiveram próximas ao grupo com a maior concentração de ajustes. Dentre os mais frequentes, destacam-se: hiperfunção laríngea, hiperfunção de trato vocal, constrição faríngea, mandíbula fechada e corpo de língua elevado, além dos aspectos de dinâmica vocal relativos a suporte respiratório inadequado, *pitch* e *loudness* habitual elevados, *pitch* e *loudness* variabilidade aumentado (Figura 3).

Detectam-se, neste grupo, ajustes relacionados a hiperfunção de laringe e várias ações que com esta se combinam, tais como: hiperfunção de trato vocal e ajustes que, por sua vez, sugerem tendências à diminuição da dimensão das cavidades ressoadoras supraglóticas, como aqueles referentes a corpo de língua, à faringe e à mandíbula (CAMARGO; MADUREIRA, 2010; RUSILO, CAMARGO; MADUREIRA, 2011).

Da conjunção dessas ações, os mecanismos de controle de f_0 e de intensidade, bem como aspectos da dinâmica respiratória complementam a descrição de correlatos perceptivos e acústicos de quadro de distúrbio da voz de natureza orgânico-funcional e orgânico-estrutural (PINHO et al., 2011).

Desta exposição, percebe-se uma congruência em termos de mecanismos detectados por meios de análise integrada (perceptiva e acústica) como forma de reforçar o caráter multidimensional da qualidade vocal e a demanda de aprofundamento de tais correlações em diferentes populações.

A adoção de referencial de Ciências Fonéticas propiciou a condição de detalhamento de eventos relacionados à qualidade vocal num grupo de professores com distúrbios de voz.

Os achados encontrados reforçam a característica multidimensional da qualidade vocal, bem como a demanda por aplicação de experimentos de percepção para seleção da amostra e por exploração de um conjunto de medidas acústicas, interpretadas por meio de métodos estatísticos diferenciados para a demanda em questão (RUSILO, CAMARGO; MADUREIRA, 2011; KREIMAN; GERRATT, 2000; CAMARGO; MADUREIRA, 2010; FERNANDES, 2011).

Considerações Finais

Os procedimentos metodológicos adotados possibilitaram a identificação de ajustes de qualidade vocal e de dinâmica vocal no grupo de professores estudado compatíveis com os quadros de distúrbios da voz e alteração laríngea (plano fisiológico) e com as medidas acústicas, conforme critérios de inclusão na amostra.

Referências

- ABERCROMBIE, D. **Elements of general phonetics**. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1967.
- ANDRADE, L. G. C. **Estudo da correlação entre qualidade vocal e disfagia pós-acidente vascular cerebral: aspectos acústicos, fisiológicos e perceptivos**. [Dissertação de mestrado]. - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.
- BARBOSA, P. A. Detecting changes in speech expressiveness in participants of a radio program, 2009, Reino Unido **Proceedings of Interspeech Brighton**, Reino Unido: Interspeech Brighton, 2009.
- BELE, I. V.. Reliability in perceptual analysis of voice quality. **Journal of Voice**, Philadelphia , v.19, n.4, p. 555-73, 2005.
- BLAUSTEIN, S.; BAR, A. Reliability of perceptual voice assessment. **Journal of communication disorders**, Philadelphia , v.16, n. 2, p.157-61, 1983;
- BOONE, Daniel. **Sua voz está traindo você? Como encontrar e usar sua voz natural**. Porto Alegre: Artes Médicas; 1996.
- CAMARGO, Z. A.. **Análise da qualidade vocal de um grupo de indivíduos disfônicos**: uma abordagem interpretativa e integrada de dados de natureza acústica, perceptiva e eletroglotográfica. [Tese de doutorado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2002.
- CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S. Análise Acústica: Revisão crítica de estudos no campo das disfonias. In: FERREIRA, L.P.; LIMONGI, S.C.O.; BEFI-LOPES, D.M (Org.). **Tratado de Fonoaudiologia**. 1ª ed. São Paulo: Roca, 2004.p. 25-33.
- _____. Voice quality analysis from a phonetic perspective: Voice Profile Analysis Scheme Profile for Brazilian Portuguese (BP-VPAS), 2008a, Campinas. **Proceedings Fourth Conference on Speech Prosody**. Campinas: Speech Prosody, 2008a.
- _____. Avaliação vocal sob a perspectiva fonética: investigação preliminar. **Distúrbios da Comunicação**, São Paulo, v. 20, p. 77-96, 2008b
- _____. Dimensões perceptivas das alterações de qualidade vocal e suas correlações aos planos da acústica e da fisiologia. **DELTA: Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada**, São Paulo, v. 25, p. 285-317, 2009.
- _____. The acoustic analysis of speech samples designed for the Voice Profile Analysis Scheme for Brazilian Portuguese (BP-VPAS): long term f0 and intensity measures, 2010, Athens. **Proceedings of the third ISCA Tutorial and research workshop on Experimental Linguistics**. Athens: International Speech Communication Association, 2010.
- CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S.; TSUJI, Domingos Hiroshi. Analysis of dysphonic voices based on the interpretation of acoustic, physiological and perceptual data, 2003, Sidney. **Proceedings 16th International Seminar on Speech Production**. Sidney: Speech Production, 2003.
- CAMARGO, Z. .; RUSILO, L. C.; MADUREIRA, S. Evaluating speech samples designed for the Voice Profile Analysis Scheme for Brazilian Portuguese, 2011, Paris. **Proceedings of the Fourth ISCA Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistics**. Paris: International Speech Communication Association, 2011.
- CAMARGO, Z.; VILARIM, G. S.; CUKIER, S. Parâmetros perceptivo-auditivos e acústicos de longo termo da

qualidade vocal de indivíduos disfônicos. **Revista CEFAC**, São Paulo, v. 6, n. 2, p.189-96, 2004.

CAMARGO, Z. et al. Análise dos aspectos visuais da qualidade vocal: dados de investigação com motivação fonética, 2010, São Paulo. **Anais Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia Suplemento**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2010.

CASSOL, M.; BEHLAU, M.; MADUREIRA, S.. Aplicação de um modelo fonético na análise da qualidade vocal de indivíduos disfônicos. In: BEHLAU, Mara. **A voz do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. v.1, p. 85-108.

CUKIER, S.. **Qualidade vocal em indivíduos asmáticos com e sem disfunção paradoxal de pregas vocais**: correlatos perceptivo-auditivos, acústicos e fisiológicos [dissertação de mestrado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2006.

CUKIER, S. et al Dados acústicos de longo termo no pré e pós-tratamento fonoaudiológico em um grupo de pacientes com disfunção paradoxal de pregas vocais, 2005, Santos. **Anais Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia – Suplemento**. Santos: Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2005a.

CUKIER, S. et al. Medidas espectrais de amplitude no pré e pós tratamento fonoaudiológico em um grupo de pacientes com disfunção paradoxal de pregas vocais. In: XIII Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, 2005, Santos, SP. **Anais Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia – Suplemento**. Santos (SP): Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2005b.

DEJONCKERE, P. H. et al. Differentiated perceptual evaluation of pathological voice quality: reliability and correlations with acoustic measurements. **Revue de laryngologie-otologie-rhinologie**, v. 117, n. 3, p. 219-224, 1995.

DENUNCI, F. V. **Respiração oral e qualidade vocal na infância**: um estudo comparativo [Dissertação de mestrado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2003.

DE BODT, M. S. et al. The perceptual evaluation of voice disorders. **Acta oto-rhino-laryngologica Belgica**, v. 50, n. 4, p. 283-291, 1995.

FANT, G. **Acoustic Theory of Speech Production**. 2ª ed. Paris: Mouton, 1970.

FERNANDES, A. C. N. **Descrição da qualidade vocal por meio de proposta de avaliação fonética** [Dissertação de mestrado]. São Paulo: PUC-SP, 2011.

FIGUEIREDO, R. M. A eficácia de medidas extraídas do espectro de longo termo para a identificação de falantes. **Cadernos de Estudos Linguísticos**, Campinas, v. 25, p. 129-60, 1993.

FOUQUET, M. L. **Comparação da análise do perfil vocal em crianças de 8 a 12 anos com e sem nódulo vocal**. [Monografia de especialização]. São Paulo: Centro de Estudos da Voz- CEV, 2001.

GIANNINI, S. P. P. **Distúrbio de voz relacionado ao trabalho docente: um estudo caso-controle**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública, Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, 2010.

GUEDES, S. D. R. **Perfil de qualidade vocal do indivíduo disfônico atendido em instituição** [Trabalho de conclusão de curso]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2003.

GUIRARDELLO, E. B. Adaptação cultural e validação do instrumento demandas de atenção dirigida. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 39, n. 1, p. 77-84, 2005.

HAMMARBERG, B. et al. Perceptual and acoustic correlates of abnormal voice qualities. **Acta oto-laryngologica**, v. 90, n. 1-6, p. 441-451, 1980.

- HAMMARBERG, B.; GAUFFIN, J. Perceptual and acoustic characteristics of quality differences in pathological voices as related to physiological aspects. In: FUJIMURA, O; HIRANO, M (Org.). **Vocal fold physiology**. San Diego: Singular Publishing Group Inc, 1995.p. 283-303.
- HARA, A. T. **Implantação de modelo fonético de qualidade vocal na clínica: a formação do profissional** [Trabalho de conclusão de curso]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2003.
- KITZING, P. LTAS criteria pertinent to the measurement of voice quality. **Journal of Phonetics**. v.14.p. 477-82,1986.
- KÖHLE, J. I.; CAMARGO, Z.; NEMR, K. Análise perceptivo-auditiva da qualidade vocal de indivíduos submetidos a laringectomias parciais verticais pela auto-avaliação dos indivíduos e pela avaliação fonoaudiológica. **Rev CEFAC**, São Paulo, v.6, n.1.p. 67-76, 2004.
- KREIMAN, J.; GERRATT, B. Measuring voice quality. In: KENT R.; BALL M, (Org.). **Voice quality measurement**. San Diego: Singular Publishing, 2000.p. 73-99.
- LAVÉ, J. **The description of voice quality in general phonetic theory**. [Work in progress]. Edinburgh: Department of Linguistic, Edinburgh University, v. 12. p. 3-52.
1979.
_____. **The phonetic description of voice quality**. New York: Cambridge University Press, 1980.
_____. **Principles of phonetics**. New York: Cambridge University Press, 1994.
_____. Phonetic evaluation of voice quality. In: KENT, R.D.; BALL, M.J. **Voice quality measurement**. San Diego: Singular Publishing Group Inc, 2000, p. 37-48.
- LAVÉ, J.; MACKENZIE-BECK, J. **Vocal Profile Analysis Scheme – VPAS**. Edinburgh, 2007. [Apostila do Curso do VPAS - Queen Margareth University College – QMUC, Speech Science Research Centre].
- LAVÉ, J. et al. **A perceptual protocol for the analysis of vocal profiles**. [Work in Progress]. Edinburgh: Department of Linguistics, Edinburgh University, v. 14.p. 139-55, 1981.
- LAUKKANEN, A.; SUNDBERG, J.; BJÖRKNER, E. **Acoustic study of throaty voice quality**. TMHQPSR, KTH, 2004, v. 46.p. 13-23.
- LEINO, T. Long-term average spectrum study on speaking voice quality in male actors, 1993, Stockholm. **Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference**. Stockholm: Royal Swedish Academy of Music, 1993.
- LEVELT, W. **Speaking: From intention to articulation**. Cambridge, MA: MIT Press, 1989.
- LIMA, M. F. B.; CAMARGO, Z. A.; FERREIRA, L. P.; MADUREIRA, S. Qualidade vocal e formantes das vogais de falantes adultos da cidade de João Pessoa. **Revista CEFAC**, São Paulo,v. 9, n.1.p. 99-109, 2007.
- LIMA, M. F. B.; MADUREIRA, S.; CAMARGO, Z. A. Avaliação fonética de qualidade vocal em diferentes estilos de fala (semi-espontânea e leitura), 2009,Bahia. **Anais do 17^a Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e 1^o Congresso Ibero-Americano de Fonoaudiologia**. Bahia: Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2009.p. 1814.
- LIMA-SILVA, M. F. B. de et al. Distúrbio de voz em professores: autorreferência, avaliação perceptiva da voz e das pregas vocais. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 17, n. 4, p. 391-397, 2012.

LINDBLOM, B. Role of articulation in speech perception: Clues from production. **The Journal of the acoustical society of America**, v. 99, n. 3, p. 1683-1692, 1996.

LYONS, J. **Semântica I**. Lisboa: Editorial Presença / Martins Fontes, 1977.

MACKENZIE-BECK, J. Perceptual analysis of voice quality: the place of vocal profile analysis. In: HARDCASTLE, William; MACKENZIE-BECK, Janet. **A figure of speech: a festschrift for John Laver**. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, 2005. p 285-322.

MADUREIRA, S. **O sentido do som** [Tese de doutorado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1992.

_____. Reciting a sonnet: production strategies perceptual effects, 2008, Campinas. **Proceedings of the Fourth Conference on Speech Prosodic**. Campinas: International Speech Communication Association - ISCA, 2008.

MADUREIRA, S; CAMARGO, Z. Exploring sound symbolism in the investigation of speech expressivity, 2010, Athens. **Proceedings of the third ISCA Tutorial and research workshop on Experimental Linguistics**. Athens: International Speech Communication Association - ISCA, 2010.

MAGRI, A. **A dimensão dos ajustes supraglóticos na qualidade vocal: correlatos perceptivo auditivos e acústicos**. [Trabalho de conclusão de curso]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2003.

MAGRI, A. et al Correlatos perceptivos e acústicos dos ajustes supraglóticos na disfonia. **Revista CEFAC**, São Paulo, v.9, n.4.p. 512-8, 2007.

MASTER, S. **Análise acústica da voz projetada de atores e não atores masculinos: long-term average spectrum e o formante do ator** [Tese de doutorado]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2005.

MASTER, S. et al. O espectro médio de longo termo na pesquisa e na clínica fonoaudiológica. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 18, n. 1, p. 111-120, 2006..

MENDES, K. E. **Fala: adaptações articulatórias relacionadas à má-oclusão e aos padrões respiratórios**. [Dissertação de mestrado]: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004.

MUNRO, M.; LEINO, T.; WISSING, D. Buzz as a pedagogical tool in the teaching of the projection of an actor's voice. **South African Journal of Linguistics Supplement**. Africa do Sul, v.34.p.25- 36, 1996.

NORDENBERG, M.; SUNDBERG, J. Effect on LTAS of vocal loudness variation. **Logopedics Phoniatics Vocology**, v. 29, n. 4, p. 183-191, 2004.

NUNES, R. B. **Análise da voz e do comportamento do trato vocal supraglótico por meio visual, perceptivo-auditivo e acústico em mulheres disfônicas com diferentes configurações glóticas**. [Dissertação de mestrado]. São Paulo: PUC-SP, 2005.

OATES, J. Auditory-perceptual evaluation of disordered voice quality. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, v. 61, n. 1, p. 49-56, 2009.

PEDRO, C. C. **Usos linguísticos de "settings" de qualidade de voz**. [Trabalho de iniciação científica]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1998.

PERALTA, J. S. **A investigação da qualidade vocal de crianças deficientes auditivas: correlatos acústicos de longo termo e perceptivo-auditivos**. [Monografia]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2005.

- PINCZOWER, R.; OATES, J. Vocal projection in actors. The long-term average spectral features that distinguish comfortable acting voice from voicing with maximal projection in male actors. **Journal of Voice**, Philadelphia, v.19, n.3.p.440-53, 2005.
- PINHO, S.; PONTES, P. **Músculos intrínsecos da laringe e dinâmica vocal**. Rio de Janeiro: Revinter, 2008.
- PINHO, S. et al. Disfonias funcionais: classificação, diagnóstico e tratamento. In: CALDAS, S.; MELLO, J.F., MARTINS, R.H.; SELAIMEN, S. (Org.). **Tratado de Otorrinolaringologia**. 2ª ed. São Paulo: Roca, 2011.p.320-9.
- PITTAM, J. Discrimination of five voice qualities and prediction to perceptual ratings. **Phonetica**, v.44.p. 38-49, 1987.
- PITTAM, J.; MILLAR, J. B. The long-term spectrum of voice, 1988, Sydney. **Proceedings of the 2nd Australian International conference on speech science and technology**, Sydney: Australasian Speech Science and Technology Association (ASSTA), 1988.
- RUSILO, L. C.; CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S. The validity of some acoustic measures to predict voice quality settings: trends between acoustic and perceptual correlates of voice quality. 2011; Paris **Proceedings of the Fourth ISCA Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistic**, France. Paris: University of Athens; 2011.
- SELLARS, C. et al. Reliability of perceptions of voice quality: evidence from a problem asthma clinic population. **The Journal of laryngology and otology**, v. 123, n. 7, p. 755, 2009..
- SPINA, D. C.; CRISPIM, K. G. M. **Usos dos settings de qualidade de voz na delimitação de fronteiras prosódicas**. [Trabalho de iniciação científica]. São Paulo: PUC-SP, 1998.
- SIMÕES-ZENARI, M.; LATORRE, M. R.. Mudanças em comportamentos relacionados com o uso da voz após intervenção fonoaudiológica junto a educadoras de creche. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, Barueri, v.20, n.1.p.61-66, 2008.
- SUNDBERG, J. **The science of the singing voice**. Dekalb: Northern Illinois University Press, 1987.
- TANNER, K.; NELSON, R.; ASH, A.; BUDER, E. Spectral Moments of the long-term average spectrum: sensitive indices of voice change after therapy? **Journal of Voice**. Philadelphia, v.19, n.2.p.211-22, 2005.
- VIOLA, I. C. **O gesto vocal: a arquitetura de um ato teatral**. [Tese de doutorado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.
- WEBB, A. L. et al. The reliability of three perceptual evaluation scales for dysphonia. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology and Head & Neck**, v. 261, n. 8, p. 429-434, 2004.

Pesquisa de doutorado desenvolvida no Programa de Estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, sob a orientação da Profa. Dra. Zuleica Camargo, com auxílio do CNPq.

PARTE 2

NOVAS PERSPECTIVAS

METODOLÓGICAS E INCORPORACAO

DE RECURSOS TECNOLOGICOS

DE FALA

CAPÍTULO 9

RECURSOS TECNOLÓGICOS NA ÁREA DA FALA E AUDIÇÃO: REVISÃO

John Paul Hempel Lima

Julio Arakaki

Daniel Couto Gatti

RESUMO

Recursos tecnológicos são utilizados no diagnóstico, prevenção e terapia dos distúrbios da fala e audição. Esta revisão apresenta as principais tecnologias da área, em termos de equipamentos (*hardwares*). Na ultrassonografia são discutidas as características técnicas que influenciam a qualidade das imagens e os dados de interesse. São apresentados sistemas eletrônicos para melhoria da compreensão oral e dos mecanismos da fala, como o eletroglotógrafo, eletromiógrafo e aparelhos de amplificação sonora, considerando suas características técnicas e construtivas.

Descritores: Ultrassonografia; Equipamentos Eletromédicos; Tecnologia Assistiva; Ultrassonografia Diagnóstica

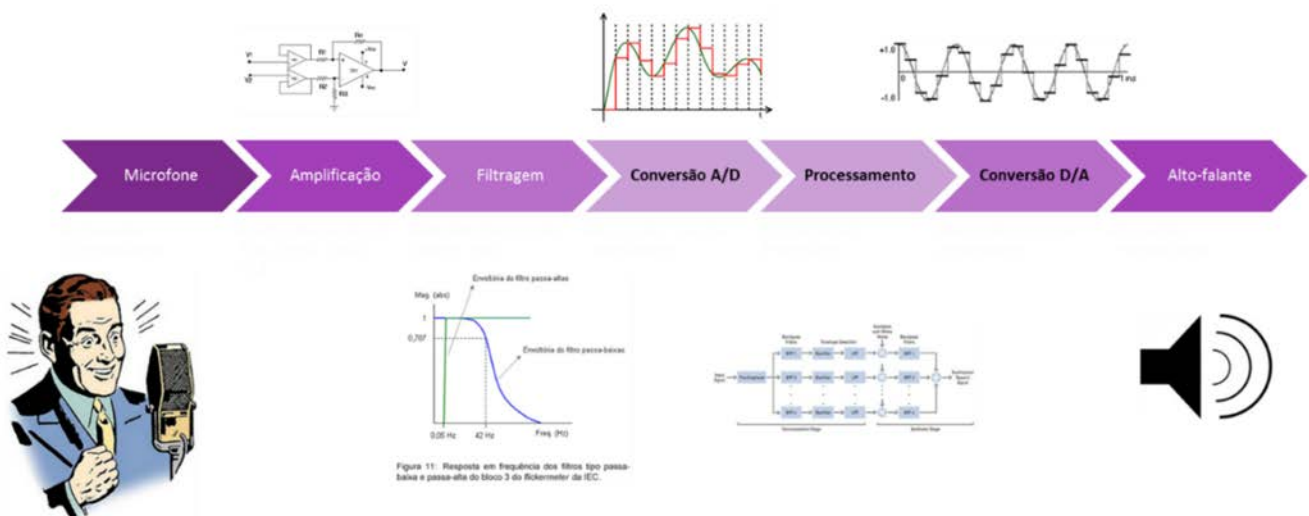
Captação e Reprodução de som

O som desempenha um papel fundamental na qualidade de vida humana. Ajuda-nos a identificar perigos potenciais, interagir com outras pessoas e desfrutar de momentos de relaxamento e prazer. Contudo, distúrbios da fala e da audição contribuem para uma baixa na qualidade de vida. Para entender esses distúrbios, os fonoaudiólogos precisam captar e reproduzir os sons, seja para analisar e interpretar características emitidas, seja para estimular os pacientes e avaliar sua capacidade auditiva.

A tecnologia desempenha um papel central nessa área. Os microfones, tão negligenciados quanto a sua importância, são utilizados para a captação dos sons enquanto que os alto-falantes são responsáveis pela reprodução. Em um sistema de captação/reprodução de som, entre o microfone e o alto-falante há diversos outros elementos tecnológicos que são necessários para se obter sons com qualidade e passíveis de interpretação.

A Figura 1 apresenta um diagrama simplificado dos elementos tecnológicos na captação e reprodução do som.

Figura 1. Diagrama simplificado dos elementos tecnológicos na captação e reprodução do som.



(Fonte: próprio autor)

Os microfones modernos são dispositivos eletromecânicos cujo papel é transformar uma onda mecânica (o som) em um sinal elétrico. Contudo, os diferentes sons naturais ou artificiais apresentam formas de onda distintas, com frequências, amplitudes e fases variáveis. Assim, um dispositivo que capte de maneira fidedigna todos os tipos de sons ainda não foi desenvolvido e é muito difícil de se conseguir. Além disso, diferentes aplicações requerem diferentes construções para otimizar a captura do som. Com isso, o microfone acaba se tornando específico (para cada aplicação), em detrimento de uma característica mais universal (BALLOU, 2013).

A onda sonora pode ser captada a partir da interação direta com uma superfície (microfones de pressão) ou pela diferença de pressões entre a frente e a parte de trás do microfone (microfones de velocidade). Do ponto de vista elétrico, há basicamente os microfones capacitivos, os piezoelétricos e os indutivos.

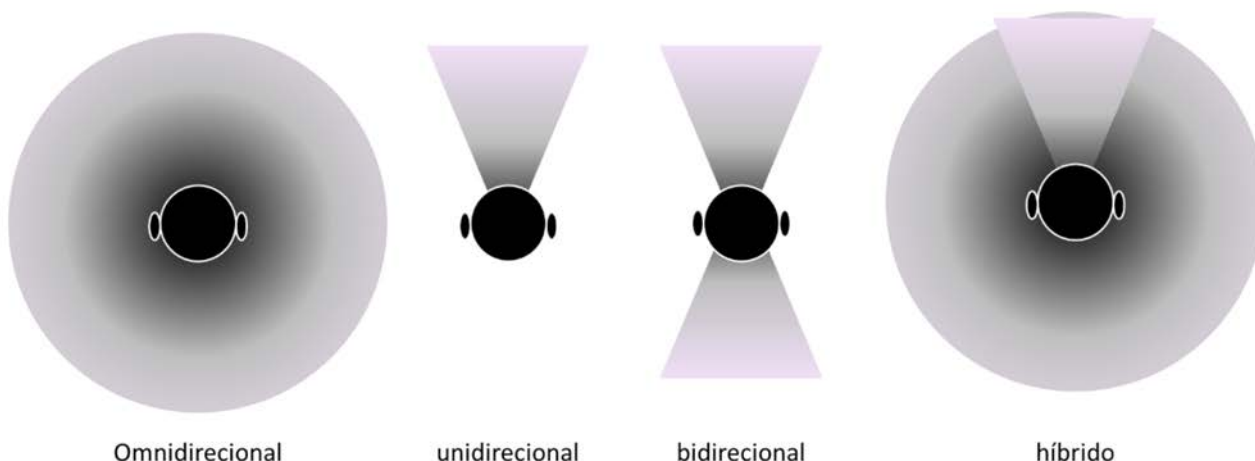
O microfone capacitivo possui um meio dielétrico polarizado entre duas placas paralelas condutoras. Costuma-se “colocar” uma das placas condutoras em uma membrana flexível. Quando a onda sonora transfere sua energia para essa membrana, a distância entre as placas se altera, modificando o valor da capacitância do dispositivo. Com uma alimentação elétrica externa é possível medir a mudança da capacitância que reflete o sinal acústico captado.

Os microfones piezoelétricos fazem uso de materiais piezoelétricos, onde uma deformação mecânica externa produz um acúmulo de cargas e conseqüentemente uma tensão elétrica nesse material. Alguns materiais cristalinos (como o sal de La Rochelle) e cerâmicas apresentam a propriedade piezoelétrica e, portanto, costuma-se chamá-los de microfones “cerâmicos” ou de “cristal” (MALCHAIRE, 2001).

Os microfones indutivos, também chamados de microfones dinâmicos possuem um material magnético preso a uma membrana e inserido dentro de uma bobina elétrica. Quando a membrana se movimenta, junto com o material magnético, uma tensão elétrica aparece na bobina, devendo ser captada e amplificada (MALCHAIRE, 2001).

A resposta em frequência do microfone depende do seu diâmetro (MALCHAIRE, 2001). Microfones com diâmetro de 25 mm possuem resposta plana até 2 kHz enquanto que microfones de 6 mm chegam até 8 kHz. Em contrapartida, quanto maior o diâmetro, maior a sensibilidade, tornando sua escolha dependente do resultado desejado. Assim, sua escolha deve levar em conta o nível sonoro que se deseja medir, as frequências a serem medidas (altas, baixas), o tipo de campo acústico e a finalidade da medição (análise em frequência ou nível geral) (MALCHAIRE, 2001).

Os microfones, independentemente de sua natureza de transdução, podem ser omnidirecionais, unidirecionais (cardioides) ou bidirecionais (Figura 2). Tal funcionalidade é propiciada pela sua construção física. Microfones omnidirecionais captam o som de maneira homogênea, independente da direção que o som chega ao microfone. No caso da deficiência auditiva, microfones omnidirecionais são interessantes para alertar o indivíduo sobre qualquer perigo (por meio sonoro) à sua volta. Contudo, em uma sala cheia de pessoas, dispositivos que utilizam somente microfones omnidirecionais costumam dificultar a inteligibilidade do diálogo com um interlocutor particular (BRIMIJOIN et al., 2014).

Figura 2. Tipos de microfones e padrão de captação sonora.

(Fonte: próprio autor)

Microfones unidirecionais, por sua vez, são muito utilizados para captar sons provenientes de uma direção específica (RICKETTS, 2001). Possuem alta atenuação nas outras direções. Na mesma situação hipotética de uma sala com muitos falantes, o microfone unidirecional permite estabelecer um canal de conversação melhor entre os interlocutores. No entanto, um barulho que aconteça atrás do indivíduo não será percebido, colocando-o em uma situação de perigo. A escolha do tipo de microfone afeta diretamente a qualidade do sinal produzido e a inteligibilidade do diálogo (RICKETTS, 2001).

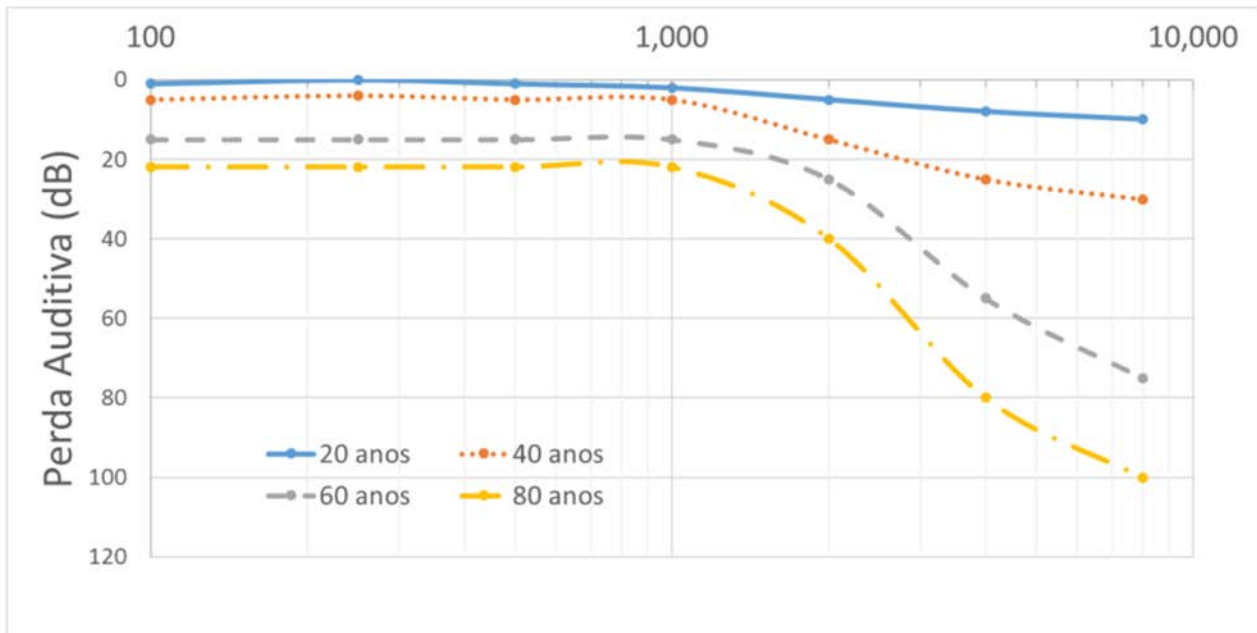
É atualmente impossível construir um aparelho auditivo que atenda a todos os requisitos. Caso sejam utilizados microfones omnidirecionais, o usuário receberá tanto o som de seu interlocutor, como o do ambiente que o cerca. No entanto, durante uma conversa em um restaurante, por exemplo, sons do ambiente atrapalharão a inteligibilidade da interlocução. Caso opte-se por um microfone unidirecional, o usuário não receberá sons do ambiente, o que pode colocá-lo em uma situação de perigo ao não perceber algum evento em seu entorno. Assim, os engenheiros/fonoaudiólogos devem escolher as características que desejam, sempre abrindo mão de alguma situação mais genérica para um caso específico. No caso de aparelhos auditivos, uma solução híbrida (figura 2) é melhor, mas às custas de um sistema mais complexo e caro e mesmo assim, apresentará limitações de uso (CHRISTENSEN, 2013).

Todos os microfones requerem um sistema de amplificação, pois as tensões elétricas geradas são pequenas, da ordem de milivolts. A amplificação é sempre feita de maneira analógica. Nessa etapa, filtros analógicos atenuam sinais elétricos que podem interferir na qualidade da onda captada (LEVITT, 2001). Um exemplo é o sinal de 60 Hz e suas componentes harmônicas (180 Hz, 300 Hz, 420 Hz etc.), gerado pelos equipamentos e instalações elétricas próximas, o que pode ser atenuado significativamente.

A perda auditiva não costuma ser igual em todas as frequências (Figura 3). Caso seja utilizado um amplificador plano (que amplifica igualmente todas as frequências), sons com frequências não deficientes também serão amplificados, distorcendo a informação e reduzindo a inteligibilidade. Um amplificador plano é mais simples e barato, mas para

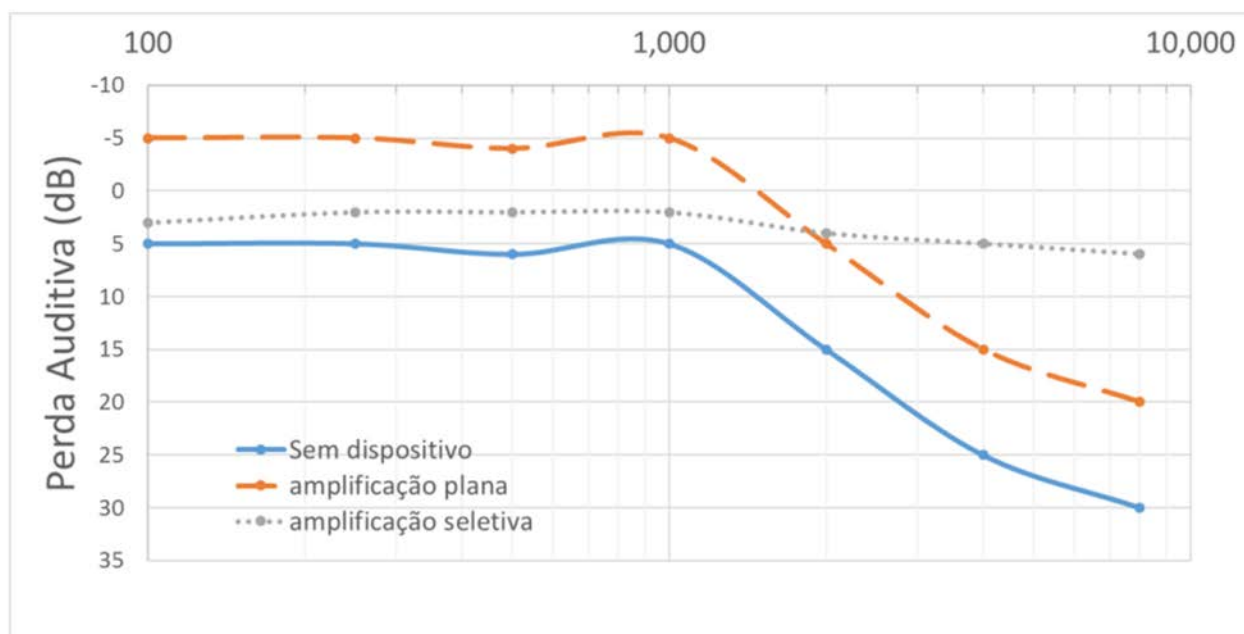
aumentar a qualidade na reprodução sonora desses aparelhos, sistemas microprocessados analisam o som e amplificam somente as frequências desejadas (HAMACHER, 2005) (Figura 4). Isso permite uma melhoria na qualidade sonora, mas possui uma complexidade maior e também um custo mais elevado.

Figura 3. Níveis auditivos para diferentes idades, considerados normais.



(Fonte: próprio autor)

A Figura 4 mostra um audiograma com perda auditiva em altas frequências, o mesmo paciente usando um amplificador plano e usando amplificador seletivo. No caso do amplificador plano, além de não recuperar completamente a perda em altas frequências, ele ainda amplifica frequências em que o paciente não apresentava problema. Com um amplificador seletivo, somente as frequências de interesse são amplificadas, criando uma resposta mais natural.

Figura 4. Exemplo de amplificação linear e amplificação seletiva.

(Fonte: próprio autor)

A maior queixa histórica relacionada aos aparelhos auditivos está relacionada ao *feedback* do som produzido sendo retroalimentado no microfone de captação sonora. Esse *feedback* produz um “assobio” que incomoda os usuários. Sistemas microprocessados podem mais uma vez auxiliar na redução desse efeito indesejado, analisando se o som é fruto de uma realimentação indevida ou produzido pelo ambiente (NEUMANN; LAUGESSEN, 2010).

O tipo de som mais importante na captação sonora é sem dúvida, a fala. Em um ambiente ruidoso, consegue-se distinguir a fala pois é um sinal que apresenta alta redundância (ELEMANS, 2015). Utilizando esse conhecimento, técnicas de processamento digital de sinais podem permitir uma melhoria na direcionalidade e seletividade da fala. Contudo, sempre que se apresenta a possibilidade do advento digital, deve-se lembrar que para isso, um processamento matemático intenso e demorado tem que ser executado. Isso aumenta o custo da tecnologia e pode também, introduzir artefatos no som a ser reproduzido.

Há alguns trabalhos analisando o efeito do atraso na captação e reprodução do som (STONE et al., 2008; MCKINNEY, 2010). Tal atraso pode se dar pelo processamento, como também pela combinação de diferentes caminhos acústicos encontrados. A prática é limitar o atraso para no máximo 10 ms. No entanto, 40% dos pesquisados por McKinney et al. (2010) não notaram nenhuma diferença, mesmo com atrasos de 20 ms.

Eletromiografia

A técnica de eletromiografia é a medição do biopotencial elétrico da contração muscular em resposta a uma estimulação nervosa. Nessa técnica é possível determinar a ação do músculo, e se sua eventual fraqueza está relacionada com os nervos ou músculos associados (ALSAFI; ALHAFADHI, 2015).

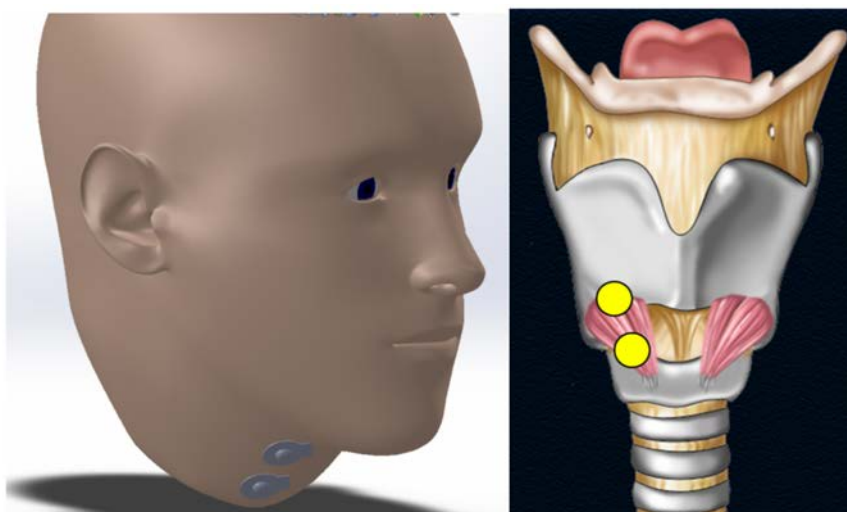
Há basicamente duas maneiras de se obter os biopotenciais musculares: superficialmente ou de maneira intramuscular.

Na área da fonoaudiologia, a eletromiografia tem sido usada para captação de biopotenciais da região do pescoço e cabeça. Utiliza-se primariamente a eletromiografia superficial por ser não invasiva, indolor e permitir liberdade de movimentação (ALSAFI; ALHAFADHI, 2015). Com a medição dos biopotenciais musculares, a análise da fisiologia da motricidade orofacial e da voz torna-se relativamente simples (WIETHAN, 2015).

As aplicações variam desde o reconhecimento da fala (JANKE; WAND; SCHULTZ, 2010; STEPP, 2012; JOU et al., 2006), o estudo da musculatura labial em crianças (RUARK; MOORE, 1997), estudo da disfluência (WALSH; SMITH, 2013), estudo do estado de medo (STEENLAND; ZHUO, 2009) e a observação de movimentos musculares na produção da fala.

Eletrodos em pares são colocados em diversas posições, no entanto, procurando sempre colocá-los sobre músculos específicos. A medição pode ser em relação a um eletrodo comum (unipolar) ou em pares específicos (bipolar), dependendo do resultado desejado. A colocação dos eletrodos deve ser paralela às fibras musculares e deve-se evitar músculos cruzados, pois nesse caso, ocorre o chamado *cross-talking* dos sinais, em que não se consegue distinguir, com clareza, a contribuição individual. Na Figura 5 é apresentada a colocação de dois eletrodos para medição do EMG do músculo cricotireóideo direito. Caso os eletrodos fossem colocados, um em cada músculo (direito/esquerdo) o sinal não representaria o esforço muscular específico.

Figura 5. Esquema de colocação dos eletrodos para medição da atividade do músculo cricotireóideo direito.



(Fonte: próprio autor)

(fonte: *software Vocal Parts Brasil*)

A gordura na região do pescoço interfere na captação dos eletromiogramas, pois a gordura apresenta alta impedância em relação aos músculos. Isso diminui a sensibilidade da técnica e a possibilidade de utilização como instrumento de análise. Na colocação dos eletrodos, deve-se tomar cuidado com pessoas obesas e que possuem teor de gordura elevado.

A eletromiografia também pode ser usada para o reconhecimento da fala. Nesse caso, trabalhos mostram que seis canais são suficientes para distinguir diferentes frases e palavras (JANKE, WAND; SCHULTZ, 2010).

No estudo da fala de crianças, em idade pré-escolar, com e sem manifestações de disfluência, Walsh e Smith (2013) empregaram a técnica de EMG para avaliação da ativação da musculatura labial inferior. Achados similares entre os dois grupos foram relatados em termos da amplitude geral, da sincronia e do grau de assimetria entre lados direito e esquerdo. O sinal EMG apresentou amplitude reduzida em trechos com disfluência, em oposição àqueles fluentes. Os demais parâmetros mostraram-se equivalentes nos dois grupos. Argumentaram que tais achados sustentam a hipótese de que a gagueira na infância emerge do controle motor da fala e não de níveis periféricos de ativação muscular.

Eletroglotografia

Na técnica de eletroglotografia, um medidor de impedância elétrica avalia o contato das pregas vocais durante a geração da fala (GREGIO et al., 2012; SACCO, 2012). Posicionando dois eletrodos metálicos na superfície da pele do pescoço, mais especificamente na região da cartilagem tireóidea, uma corrente elétrica de alta frequência e de baixa amplitude atravessa os tecidos. Por meio da tensão resultante, calcula-se a impedância que aumenta quando as pregas vocais estão sem contato e diminui quando se fecham (VIEIRA, 1997).

O movimento das pregas vocais apresenta alta frequência e, portanto, filtros passa-alta são aplicados, eliminando artefatos de movimento, geralmente de baixa frequência. No entanto, a observação das baixas frequências pode evidenciar outros achados interessantes, como a elevação laríngea, especialmente na avaliação da deglutição (SACCO, 2012).

Dentre suas aplicações, encontra-se principalmente a análise da fala, em especial a fonação devido à natureza da técnica (WIETHAN et al., 2015). Sacco (2012) fez uso do EGG para análise da deglutição, uma vez que os movimentos de baixa frequência na deglutição também são observados no eletroglotograma.

Ultrassonografia

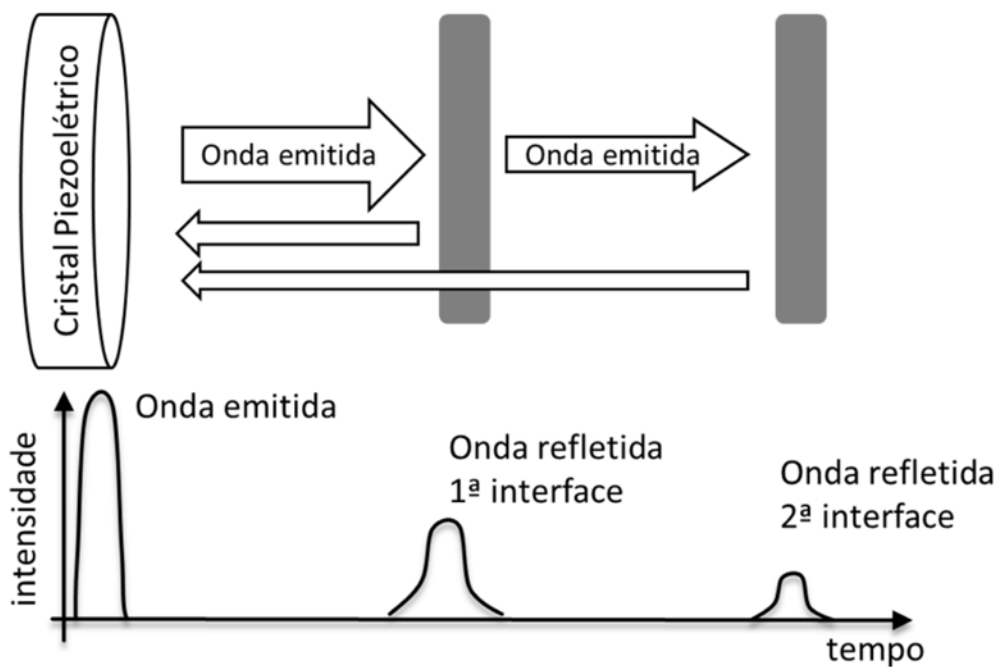
Uma das técnicas em evidência para o estudo da fala nos últimos anos refere-se à ultrassonografia (USG) (BRASSMAN, 2008; CHO; HONG; PARK, 2012; BARBERENA, 2014; OVSENIK; VOLK; MAROLT, 2014).

Na técnica de ultrassonografia, um cristal piezoelétrico é estimulado eletricamente, gerando uma onda sonora de alta frequência. Essa onda atravessa as estruturas teciduais sendo absorvida e refletida (Figura 6). As ondas refletidas retornam à origem, onde o

cristal, ora emissor, torna-se um receptor para captá-las e transformar essa informação em um sinal elétrico. Quanto mais distante ocorre a reflexão, menor é a intensidade do sinal que será recebida no cristal. Da mesma maneira, mais tempo demorará para seu retorno. Analisando a amplitude e o tempo de retorno é possível estimar o tipo de material (absorção) e profundidade que se encontra.

No uso prático, além da reflexão, processos de refração também ocorrem, gerando artefatos de imagem (STONE, 2009). Um exemplo importante é o surgimento de sombras na aquisição de imagens da língua, provocadas pelo osso hioide e pela mandíbula. Nesse último caso, a ponta da língua pode ser ocultada, gerando resultados errôneos em determinadas medições.

Figura 6. Esquema de um cristal piezoelétrico emitindo e recebendo ondas sonoras e sua representação temporal.



(Fonte: próprio autor)

Quando o sinal é apresentado temporalmente, como na Figura 6, denomina-se ultrassom em modo A (Amplitude). Se a reconstrução matemática for feita, pode-se estimar a posição espacial de cada pulso recebido e relacioná-lo com a intensidade absorvida. Assim, cada pulso é marcado na tela, com uma escala de cores de 0 a 255 (8 bits). Esse modo é conhecido como modo B (*brightness*) e é o mais utilizado na ultrassonografia diagnóstica. Se o modo B é mostrado de maneira temporal, denomina-se modo M (*motion*), utilizado para avaliar estruturas em movimento. Por último, quando a alteração do movimento das partículas que absorvem o ultrassom modifica a frequência do sinal, é possível estimar a direção de fluidos no interior do corpo. Nesse caso, denomina-se modo D (*Doppler*) pois o sinal é reconstruído a partir do efeito *Doppler*.

Na prática, utilizam-se transdutores com diversos cristais (de 64 a 1024 elementos) pois, dessa maneira, é possível direcionar o foco e obter uma resposta mais precisa. A excitação dos cristais pode ser feita basicamente de duas maneiras: linear (sequencial) ou

em modo de fase (*phasedarray*). No primeiro caso (Figura 7), um ou um pequeno conjunto de cristais geram ondas de maneira sequencial.

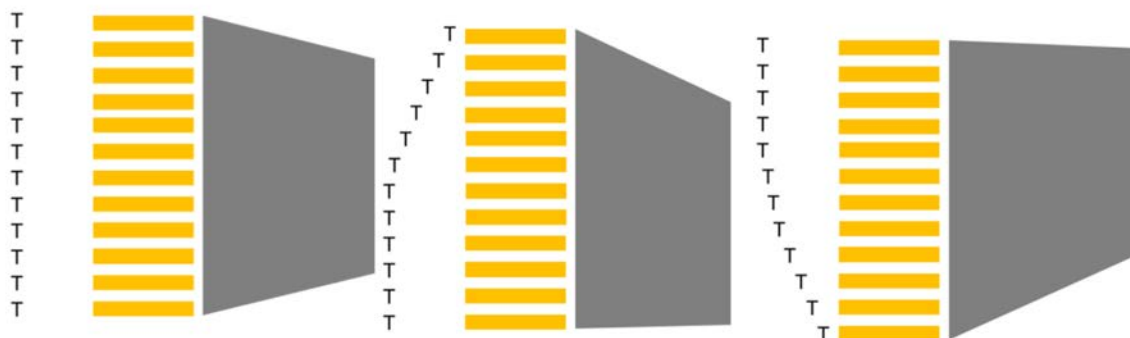
Figura 7. Excitação dos cristais piezoelétricos do transdutor de maneira sequencial.



(Fonte: próprio autor)

No segundo caso (Figura 8), o estímulo dos cristais ocorre em tempos ligeiramente distintos, gerando um padrão de onda direcionado. Se todos os cristais forem estimulados simultaneamente, o padrão de onda gerará um pulso centralizado. Conforme os estímulos são defasados entre si, o padrão de onda se desloca de um lado para o outro. Nessa forma de geração de onda, problemas de sinal cruzado podem aparecer e há transdutores que apresentam melhor qualidade e imunidade a esse efeito (CELMER, OPIELIŃSKI, 2014).

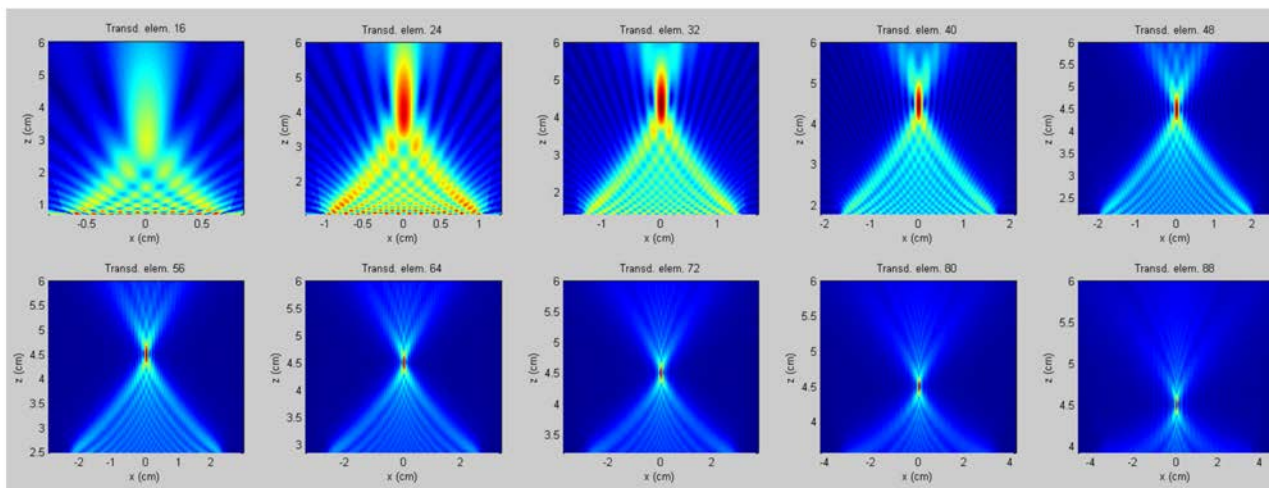
Figura 8. Excitação dos cristais piezoelétricos do transdutor de maneira faseada.



(Fonte: próprio autor)

A Figura 9 mostra uma simulação do número de cristais no tamanho do ponto focal do transdutor. Quanto maior o número, mais preciso torna-se o ponto focal, sendo possível gerar uma imagem mais nítida. Tal resultado é condizente com outras pesquisas (DAUM; HYNYNEN, 1999) e a escolha do transdutor/número de cristais é fundamental para a qualidade da imagem gerada.

Figura 9. Efeito do número de cristais na qualidade do ponto focal do transdutor.



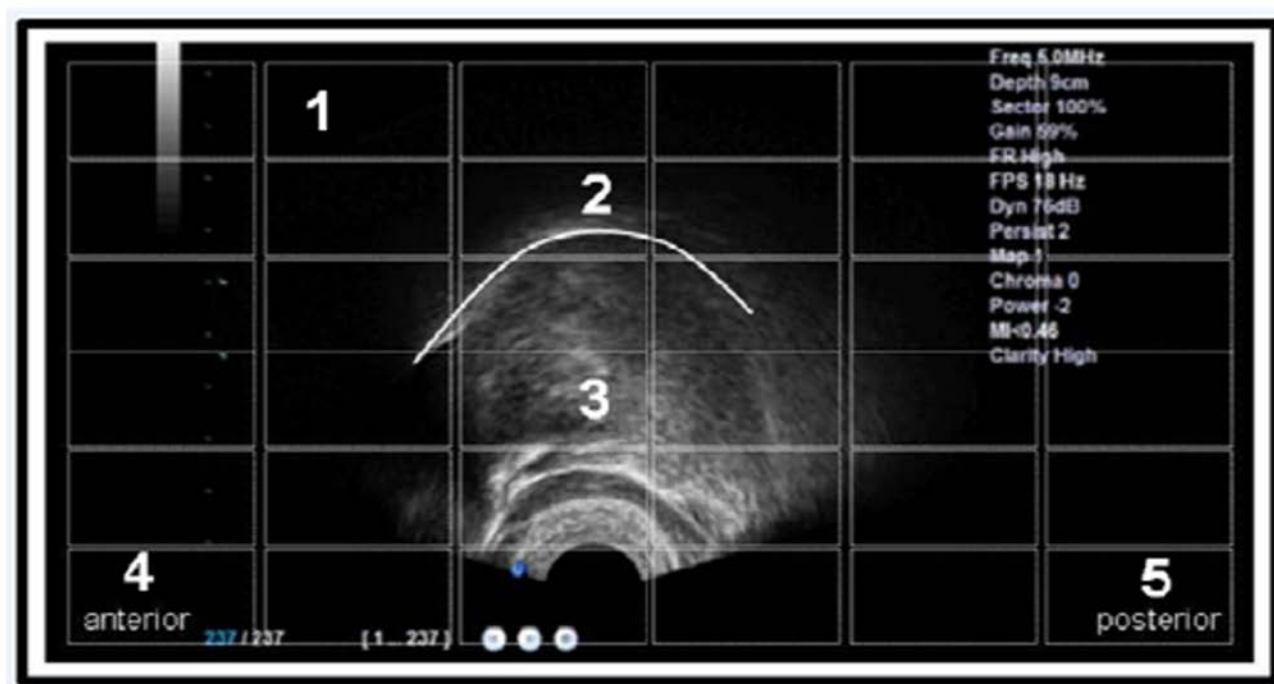
(Fonte: próprio autor)

Na área de odontologia, a mordida cruzada é um dos problemas de oclusão mais comuns que existem. Ovsenik, Volk e Marolt (2014) e Brassman (2014) resolveram utilizar a técnica de ultrassom para avaliar a deglutição em crianças que apresentam esse problema. Utilizando os modos B e M, puderam mensurar a movimentação da ponta da língua durante todas as fases do processo, verificando que o processo de deglutição com alteração de posicionamento da língua é prevalente em crianças com mordida cruzada e ainda, a duração, amplitude e velocidade da movimentação da língua também mostra diferença estatisticamente significativa.

Segundo Leite et al. (2014), o uso da USG para análise da deglutição demonstrou ser um método rápido, de baixo custo e que fornece parâmetros objetivos sobre a deglutição. Todos os trabalhos avaliados por eles, que analisavam a movimentação do osso hioide, mostraram que a técnica permite quantificar e analisar com segurança esse parâmetro. Esse estudo ainda mostrou que a movimentação da língua na deglutição. Outros trabalhos como de Ono et al. (2009) também discutem o papel do USG para análise da deglutição, indicando uma série de estudos onde o uso dessa técnica foi eficaz para comparar a performance mastigatória, movimento lingual e habilidade motora de uma forma geral.

Na análise da fala, Svicero (2012) usou USG para investigar o movimento da língua na produção das vogais orais do português brasileiro. Foi utilizado um transdutor endocavitário, pois é o que melhor se adapta à região submandibular para a aquisição dos sinais (Figura 10).

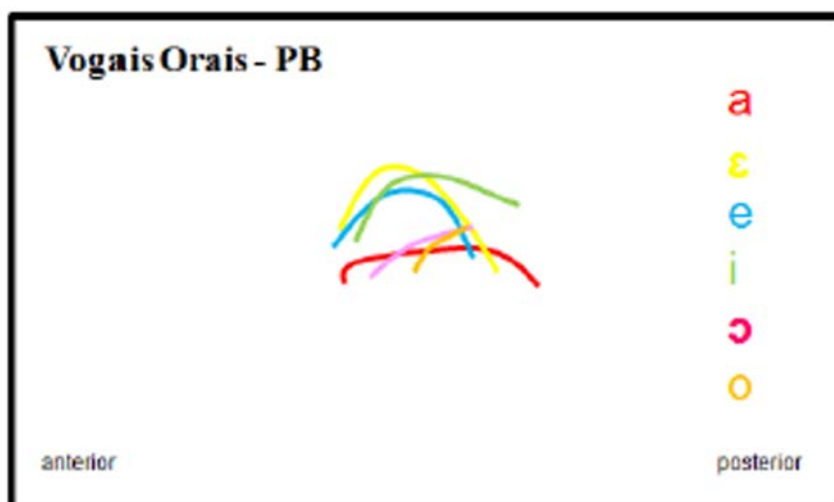
Figura 10. Imagem de USG modo B usando transdutor endocavitário. 2. Traçado branco indica a posição do dorso da língua. 3. Estrutura do corpo da língua. 4 e 5. Indicam direção da imagem.



(Fonte: SVICERO, 2012)

Após a coleta, *softwares* de processamento de dados foram utilizados para analisar o traçado da posição do dorso da língua (Figura 11). Fica evidente que a técnica de USG é uma ferramenta interessante para o estudo de parâmetros anatomo-fisiológicos na produção da fala e dos distúrbios relacionados.

Figura 11. Sobreposição de traçados do dorso da língua quando são pronunciadas diferentes vogais orais.



178 (Fonte: SVICERO, 2012)

Considerações finais

Em uma análise geral, esta revisão demonstra a importância que a tecnologia tem exercido no diagnóstico, prevenção e terapia dos distúrbios da fala e da audição, explorando alguns conceitos e peculiaridades tecnológicas. Ao mesmo tempo em que a incorporação das novas tecnologias mostra-se essencial, entender seus conceitos colabora para uma melhor interpretação e utilização desses elementos.

Referências

- ALSAFI, A. S., ALHAFADHI, L., Review of EMG-based Speech Recognition. **International Journal of Review in electronics & Communication Engineering**, 3, 3, (2015)
- ANKE, M. et al. Further investigations on EMG-to-speech conversion. In: **2012 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)**. IEEE, 2012. p. 365-368.
- BALLOU, G. **Handbook for sound engineers**. Taylor & Francis, 2013.
- BARBERENA, L. D.S. et al. Ultrasound applicability in speech language pathology and audiology. In: **CoDAS**. Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2014. p. 520-530.
- BRESSMANN, T. Quantitative assessment of tongue shape and movement using ultrasound imaging. In: **3rd Conference on Laboratory Approaches to Spanish Phonology**, Somerville. 2008. p. 101-16.
- BRIMIJOIN, W. O et al. The effect of hearing aid microphone mode on performance in an auditory orienting task. **Ear and hearing**, v. 35, n. 5, p. e204-e212, 2014.
- CELMER, M; OPIELIŃSKI, K. J. Crosstalk effects in multielement ultrasonic transducer arrays. In: **European Acoustics Association Proceedings of the 7th Forum Acusticum**. Krakow, Poland. 2014.
- CHO, W; HONG, J; PARK, H. Real-time ultrasonographic assessment of true vocal fold length in professional singers. **Journal of Voice**. v. 26, n. 6, p. 819. e1-819. e6, 2012.
- DAUM, D. R.; HYNYNEN, K. A 256-element ultrasonic phased array system for the treatment of large volumes of deep seated tissue. **IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control**, v. 46, n. 5, p. 1254-1268, 1999.
- ELEMANS, C. P. H. et al. Universal mechanisms of sound production and control in birds and mammals. **Nature communications**, v. 6, 2015.
- GREGIO, F. N. et al. O USO DA ELETROGLOTOGRAFIA NA INVESTIGAÇÃO DO VOZEAMENTO EM ADULTOS SEM QUEIXA DE FALA. **Intercâmbio. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem**. ISSN 2237-759X, v. 23, 2012.
- HAMACHER, V. et al. Signal processing in high-end hearing aids: state of the art, challenges, and future trends. **EURASIP Journal on Applied Signal Processing**, v. 2005, p. 2915-2929, 2005.
- JANKE, M.; WAND, M.; SCHULTZ, T. A Spectral Mapping Method for EMG-based Recognition of Silent Speech. In: **B-Interface**. 2010. p. 22-31.
- JOU, S. S. et al. Towards continuous speech recognition using surface electromyography. In: **Interspeech**. 2006.
- LEITE, K. K. A. et al. Ultrasonography and swallowing: a critical review of the literature. **Audiology-Communication Research**, v. 19, n. 4, p. 412-420, 2014.
- LEVITT, H. Noise reduction in hearing aids: a review. **Journal of rehabilitation research and development**, v. 38, n. 1, p. 111, 2001.
- MALCHAIRE, J. Sound measuring instruments. In B. Goelzer, C. Hansen, & G. Sehrdt (Eds.) **Occupational exposure to noise: Evaluation, prevention and control** (pp. 53-62). Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2001.

MCKINNEY, M. F., et al., Maximum Acceptable Delay in Hearing Aids Under Noisy Conditions, Starkey Hearing Technologies. **Hearing Review**, 2010.

NEUMANN, J.; LAUGESSEN, S. **Method of noise reduction in a hearing aid and hearing aid implementing such a method**: Google Patents 2010.

ONO, T. et al. Evaluation of tongue motor biomechanics during swallowing—from oral feeding models to quantitative sensing methods. **Japanese Dental Science Review**, v. 45, n. 2, p. 65-74, 2009.

OVSENIK, M; VOLK, J; MAROLT, M M. A 2D ultrasound evaluation of swallowing in children with unilateral posterior crossbite. **The European Journal of Orthodontics**. v. 36, n. 6, p. 665-671, 2014.

RICKETTS, T A. Directional hearing aids. **Trends in Amplification**, v. 5, n. 4, p. 139, 2001.

RUARK, J., L.; MOORE, C. A. Coordination of lip muscle activity by 2-year-old children during speech and nonspeech tasks. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**. v. 40, n. 6, p. 1373-1385, 1997.

SACCO, A. B. F., Análise da deglutição por meio da eletroglotografia. 2012 --F Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo , São Paulo, 2012.

STEENLAND, H. W.; ZHUO, M. Neck electromyography is an effective measure of fear behavior. **Journal of neuroscience methods**. v. 177, n. 2, p. 355-360, 2009.

STONE, M. A guide to analysing tongue motion from ultrasound images. **Clinical linguistics & phonetics**, 2009.

STONE, M. A. et al. Tolerable hearing aid delays. V. Estimation of limits for open canal fittings. **Ear and hearing**, v. 29, n. 4, p. 601-617, 2008.

SVICERO, M. A. F. **Caracterização acústica e de imagens de ultrassonografia das vogais orais do Português Brasileiro**. 2012. 68f. Dissertação (Programa de estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012.

VIEIRA, M. N. **Automated Measures of Dysphonias and the Phonatory Effects of Asymmetries in the Posterior Larynx**. Tese (doutorado) - University of Edinburgh, Edinburgh, 1997.

WALSH, B.; SMITH, A. Oral electromyography activation patterns for speech are similar in preschoolers who do and do not stutter. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**. v. 56, n. 5, p. 1441-1454, 2013.

WIETHAN, F. et al. O uso da eletroglotografia, eletromiografia, espectrografia e ultrassom nos estudos de fala-revisão teórica. **Revista CEFAC**, v. 17, p. 115-25, 2015.

Capítulo de livro gerado como fruto do trabalho dos pesquisadores no projeto de pesquisa intitulado “Da pesquisa de fala ao desenvolvimento de tecnologias: possibilidades da ultrassonografia na clínica fonoaudiológica e no ensino de línguas”, com financiamento Edital Universal (459178/2014-8) - CNPq.

CAPÍTULO 10

PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO MULTI-INSTRUMENTAL DA FALA DE SUJEITOS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA: ANÁLISES ACÚSTICA, PERCEPTIVA E ULTRASSONOGRÁFICA

Lílian Cristina Kuhn Pereira

Sandra Madureira

Zuleica Camargo

John Paul Hempel Lima

Resumo

O objetivo deste capítulo é apresentar o Roteiro de Investigação Multi-instrumental da Produção de Fala para sujeitos com deficiência auditiva, a fim de descrever o fenômeno “sotaque de surdo”. Tal fenômeno é provocado pelo conjunto de características específicas de aspectos segmentais e suprasegmentais descritos na literatura científica. Para tanto, sugere-se a aplicação de ultrassonografia da postura de língua, análise fonético-acústica e perceptiva (roteiro VPAS-PB). Pesquisas anteriores de mesmo tema indicaram, que, a partir da análise fonético-acústica, há parâmetros segmentais (duração, transição de formantes) e suprasegmentais (ajustes de qualidade e dinâmica vocal) que são comumente encontrados aos sujeitos com deficiência auditiva.

Descritores: Deficiência Auditiva; Acústica da Fala; Ultrassonografia; Qualidade de Voz; Percepção Auditiva

Introdução

A comunicação humana é prioritariamente feita por meio da linguagem oral e, para que o processo de desenvolvimento dessa modalidade comunicativa aconteça, alguns fatores devem ser considerados, entre eles, a integridade e funcionamento do sistema auditivo. Em contrapartida, a privação sensorial causada pela diminuição da audição pode gerar inúmeros prejuízos linguísticos (bem como, consequências sociais, emocionais e/ou cognitivas) àqueles a quem acomete.

A deficiência auditiva é um distúrbio da comunicação humana que tem como principais alterações a diminuição da intensidade e a distorção do sinal acústico percebido. As consequências da deficiência auditiva para a fala, geralmente, são proporcionais ao grau de perda auditiva (BOOTHROYD, 1986), de modo que, quanto maior for o grau de perda de audição, menor será o nível de percepção de fala e, portanto, mais extensas serão as alterações de fala. Entretanto, o prognóstico (audiológico e linguístico) de uma pessoa com deficiência auditiva também é afetado por diversos outros fatores: causa da deficiência auditiva, idade do aparecimento da perda auditiva, comprometimento pessoal e familiar no processo terapêutico, tipo de dispositivo de amplificação sonora e de reabilitação auditiva, entre outros.

Tradicionalmente, a prática clínica fonoaudiológica relacionada aos distúrbios da audição – (re)habilitação auditiva – é focada no público infantil, por se entender que a intervenção precoce pode minimizar os déficits de habilidades auditivas, linguísticas e sociais das crianças com DA. Por anos, as pessoas com DA foram atendidas até o início da adolescência, quando o processo terapêutico era encerrado, muitas vezes, por ter alcançado a estagnação.

Entretanto, nas últimas duas décadas, o surgimento de diferentes tipos de dispositivos eletrônicos e tecnologias para a audição, associado à criação de políticas públicas em Saúde Auditiva, trouxe um novo público: os autointitulados “surdos oralizados”, adultos portadores de deficiência auditiva congênita ou adquirida na primeira infância e que utilizam a audição residual e a linguagem oral para comunicação.

Esse grupo de indivíduos que viveu décadas com pouco ou nenhum acesso aos sons da fala recorreram ao recurso da leitura orofacial (LOF) (“leitura labial”) dos seus interlocutores para manter os diálogos e desenvolveram linguagem oral com o auxílio de terapia fonoaudiológica. Assim, apesar de a maioria deste grupo de sujeitos com deficiência auditiva ter uma linguagem oral estruturada, a privação sensorial auditiva causou alterações em diferentes níveis linguísticos, isto porque grande parte dos aspectos envolvidos na produção de fala e voz não é visível, dificultando a apreensão dos mesmos por pistas visuais. Deste modo, a despeito das variações individuais, um conjunto desses aspectos é recorrente nas produções de todos os sujeitos, ao que é denominado “sotaque de surdo”.

O “sotaque de surdo” provoca estranhamento dos interlocutores em geral, incitando olhares e questionamentos sobre a nacionalidade dos sujeitos adultos com deficiência auditiva, provocando um impacto na vida dessas pessoas, nos âmbitos profissional e pessoal, que requerem exposição pública ou com interlocutores não familiares, como por exemplo: apresentações, palestras ou ligações telefônicas. No cenário atual da clínica fonoaudiológica da deficiência auditiva, as novas tecnologias (Aparelhos de Amplificação Sonora Individual –AASIs – digitais e implantes cocleares) têm, cada vez mais, permitindo

a esses sujeitos a descoberta da escuta dos sons. Entretanto, a mudança rápida e intensa nos padrões auditivos não é acompanhada pelo padrão de fala.

As pesquisas no âmbito de fala e voz para pessoas com deficiência auditiva são escassas no contexto brasileiro. Em contrapartida, o Grupo de Pesquisa de Estudos sobre a Fala – GeFALA (CNPq), vinculado ao Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC), tem se dedicado ao estudo da relação entre produção e percepção no estudo da fala e da voz em variados contextos, subsidiada por abordagens teóricas baseadas em modelos dinâmicos e procedimentos metodológicos de Fonética Experimental.

Na perspectiva adotada pelo Grupo de Pesquisa supracitado, a investigação da fala remete ao conhecimento das bases fisiológicas, acústicas e cognitivas, implicadas na produção e percepção da fala também nas pesquisas que investigam as produções de fala de sujeitos com deficiência auditiva a partir da Fonética Acústica e Articulatória (MADUREIRA, FICKER; MENDES, 2002; FICKER, 2003; MENDES, 2003; BARZAGHI; MADUREIRA, 2005; CUKIER, CAMARGO, 2005; BARZAGHI, BARBOZA; MALT, 2007; PEREIRA, 2007; 2012; PESSOA, 2007; KUHN; MADUREIRA, 2012; PESSOA; PEREIRA, 2015).

Os resultados de tais estudos apontaram para a recorrência de determinadas características de produção de fala: a dificuldade de produção do contraste de vozeamento, além da lentificação da organização temporal da fala e a incoordenação dos movimentos dos articuladores, resultando em uma menor coarticulação entre os gestos articulatórios, o que prejudica a inteligibilidade dessa fala. Além disso, os achados corroboraram a hipótese teórica de que existe uma relação intrínseca entre as instâncias de percepção e de produção de fala.

A atuação fonoaudiológica tem sido reestruturada a partir dos avanços nos métodos de avaliação do sinal de fala e do sinal vocal, visto que a incorporação de recursos instrumentais, majoritariamente a análise acústica e, em menor ocorrência de técnicas de análise fisiológica, traz uma possibilidade de compreensão dos ajustes de fala e voz de forma não invasiva, dinâmica e em processo contínuo, no contexto terapêutico.

As técnicas de análise articulatória da fala aplicada aos estudos descritivos e clínicos têm sido amplamente utilizadas em diversas áreas do conhecimento. Desta forma, instrumentos anteriormente de uso médico têm sido adaptados/adequados para a observação do aparelho fonador em funcionamento, como, por exemplo, os procedimentos de laringoscopia, estroboscopia, eletroglotografia, ressonância magnética e ultrassonografia.

Há mais de 40 anos, a técnica de ultrassonografia foi considerada promissora para estudos de vogais e consoantes (KELSEY et al., 1969). Além de não oferecer riscos e não ser invasivo é um procedimento que permite a coleta de informações em tempo real, não requer preparação do ambiente para coletas e permite diferentes posturas (sentado, deitado, em pé) do falante. A coleta das imagens consiste em capturar os ecos (ou sombreamentos) que ocorrem nos limites entre tecidos e superfície de diferentes densidades, originados pelas reflexões de ondas sonoras de alta frequência direcionadas ao aparelho fonador (HOWARD; HESELWOOD, 2002). A alta definição das imagens permite a obtenção dos traçados de contornos da língua (ponta, corpo e base), soalho da boca e osso hioide (AKGUL et al., 1999; ISKAROUS, 2005; WHALEN et al., 2005; LI et al., 2005; VAZQUEZ-ALVAREZ; HEWLETT, 2007; FRISCH, 2009), favorecendo o uso desta técnica para a descrição fonética das línguas (VAZQUEZ-ALVAREZ; HEWLETT, 2007).

No âmbito clínico, a ultrassonografia tem sido indicada para avaliação da fala (BRESSMANN et al., 2005; ADLER-BOCK et al., 2007; BRESSMANN et al., 2007; MODHA et al., 2008; POUPLIER, 2008; RASTADMEHR et al., 2008) e para auxiliar situações de terapia em alterações de fala de natureza musculoesquelética ou decorrentes do quadro de deficiência auditiva (HOWARD, HESELWOOD, 2002; GIBBON, MACKENZIE-BECK, 2002; BACSFALVI et al., 2007; BACSFALVI, 2010).

A investigação fonética dos padrões articulatórios e fonatórios de qualidade de voz baseado na proposta de Laver (1980) iniciou-se como trabalho de Camargo e Madureira (2008), que adaptaram o roteiro fonético de avaliação do perfil vocal, o *VPAS (Vocal Profile Analysis Scheme)* para o Português Brasileiro (*VPAS-PB*), correlacionando características de voz às articulatórias e fonatórias, por tarefas de percepção.

Tanto para os aspectos de produção de fala quanto à instância da percepção, o estudo da qualidade vocal também tem ganhado notoriedade, nos diversos campos de conhecimento que tem a fala como objeto de pesquisa (caracterização de variações linguísticas, identificação de falantes, ensino de língua estrangeira, aquisição de linguagem e distúrbios da fala e voz) (CAMARGO; MADUREIRA, 2004, 2008). Para tanto, a necessidade de um modelo teórico e instrumentos que levasse em consideração os correlatos acústicos, perceptivo-auditivos e fisiológicos e, concomitantemente, foi passível de aplicação ao todos os indivíduos (com e sem alteração vocal) se tornou necessária.

Ainda, a associação de medidas acústicas, instrumentais de imagem de movimento de língua, de qualidade de voz (domínios laringeos, supralaríngeos e de tensão) e de dinâmica de voz pode fornecer uma descrição detalhada dos eventos relacionados aos aspectos fonéticos segmentais, suprasegmentais e fonológicos de gestos articulatórios e glotais, permitindo uma intervenção clínica mais minuciosa, bem como a construção de conhecimento baseado na Fonologia Acústico-Articulatória (ALBANO, 2001).

A partir do panorama apresentado, um projeto de pesquisa de pós-doutorado intitulado “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” tem sido desenvolvido. Nele, as questões de pesquisa delineadas foram:

- Quais são as particularidades da mobilidade de língua na produção das vogais e consoantes do PB nos dois grupos (sujeitos sem e com deficiência auditiva)?
- Como as informações do plano articulatório (imagens de ultrassonografia) podem auxiliar no estabelecimento de correlações com os planos da acústica e da percepção?
- Quais as contribuições da ultrassonografia para a caracterização das produções de fala “normal” e “alterada”?
- Quais as consequências acústicas da postura e mobilidade de língua nas produções de fala de sujeitos com deficiência auditiva?
- O *biofeedback* visual, a partir da técnica de ultrassonografia, pode representar um procedimento auxiliar na avaliação e na terapia fonoaudiológica dos sujeitos com deficiência auditiva?

Os objetivos específicos desse estudo são: caracterizar as produções de vogais e consoantes do português brasileiro (PB) em diferentes grupos (sujeitos com e sem deficiência auditiva), a partir de dados de natureza perceptiva, acústica e articulatória (por meio da ultrassonografia); identificar os parâmetros acústicos (segmentais e prosódicos) comumente alterados nas produções de fala dos sujeitos com deficiência auditiva e que

caracterizam o “sotaque de surdo”; correlacionar a gradiência da manifestação dos aspectos segmentais e prosódicos e correlacionar aos níveis de inteligibilidade e aceitação por juízes com e sem alteração auditiva e falantes do PB; avaliar a eficiência do *biofeedback* visual – uso associado da técnica de ultrassonografia – para procedimento auxiliar na reabilitação dos sujeitos com alteração de fala decorrentes de deficiência auditiva; avaliar a eficácia dos dados articulatórios para avaliação da evolução do paciente, a partir da comparação dos dados de produção de fala em momentos distintos (anterior e posterior à terapia com *biofeedback* visual).

Desta forma, a proposição de uma proposta de avaliação: Roteiro de Investigação Multi-instrumental para Produção de Fala poderá embasar a terapia de reabilitação auditiva de pessoas com “sotaque de surdo”. O roteiro envolverá três instâncias de investigação: articulatória (técnica de ultrassonografia – postura de língua), acústica (análise fonético-acústica dos segmentos vocálicos e consonantais) e perceptiva (ajustes de qualidade vocal na proposta brasileira do roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme: VPAS-PB*). Pretende-se, com o desenvolvimento deste roteiro, contribuir para aprofundar a compreensão da produção e percepção da fala com e sem alteração e trazer novos conhecimentos, tanto para a Linguística, quanto para a clínica fonoaudiológica.

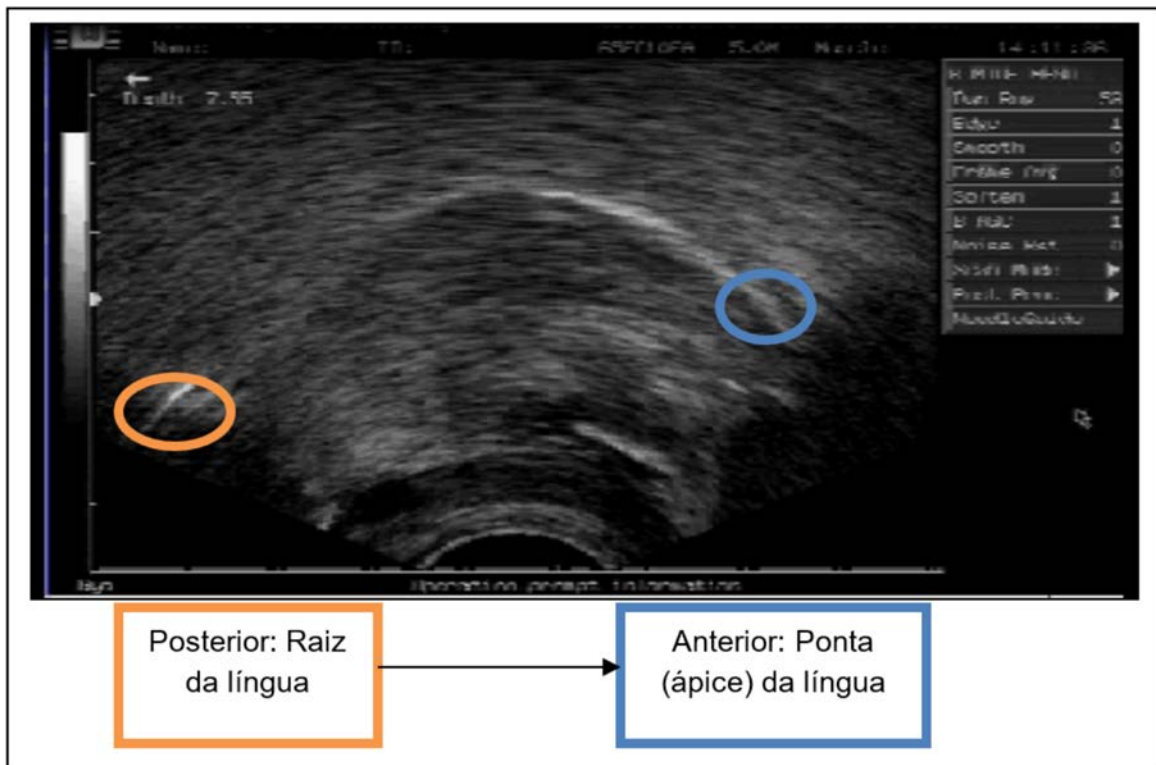
Métodos

Embasando-se nos preceitos teóricos da Fonética Acústica (FANT, 1970, 1973, 2000) a proposta de intervenção clínica para pessoas com deficiência auditiva – Roteiro de Investigação Multi-instrumental para Produção de Fala –, propõe a verificação dos aspectos fonético-acústicos e de postura de língua relacionados à produção das vogais e consoantes e dos aspectos prosódicos (ajustes de qualidade vocal supralaríngeos). Para tanto, a análise dos dados de fala dar-se-á em três instâncias:

a) Articulatória

Aplicação da técnica de ultrassonografia para apreensão de imagens dos movimentos da língua durante a fala, segundo proposta de Dawson (2016). Os dados obtidos com o equipamento de ultrassonografia serão analisados como o auxílio do *software* AAA, que desenha automaticamente o traçado de língua. Cabe ao pesquisador verificar manualmente os traçados gerados e, quando necessário, realizar a correção. A etapa seguinte realizada pelo *software* é a exportação dos arquivos de dados do *software* AAA em valores numéricos de distância média (mm) entre os pontos pré-determinados de angulação, a partir do ponto inicial da curvatura da língua para cada o ponto máximo de contato. Os resultados são comparados com os parâmetros de falantes sem alterações de voz/audição/fala. A Figura 1, a seguir, ilustra a imagem de ultrassonografia do movimento da língua na produção da vogal [a]:

Figura 1. Exemplo de captura de dados articulatórios pelo *software* AAA – imagem de ultrassonografia do movimento da língua na produção da vogal [a], em visão anteroposterior: da abertura da boca/ponta da língua (cor laranja) em direção à faringe/base da língua (cor azul).



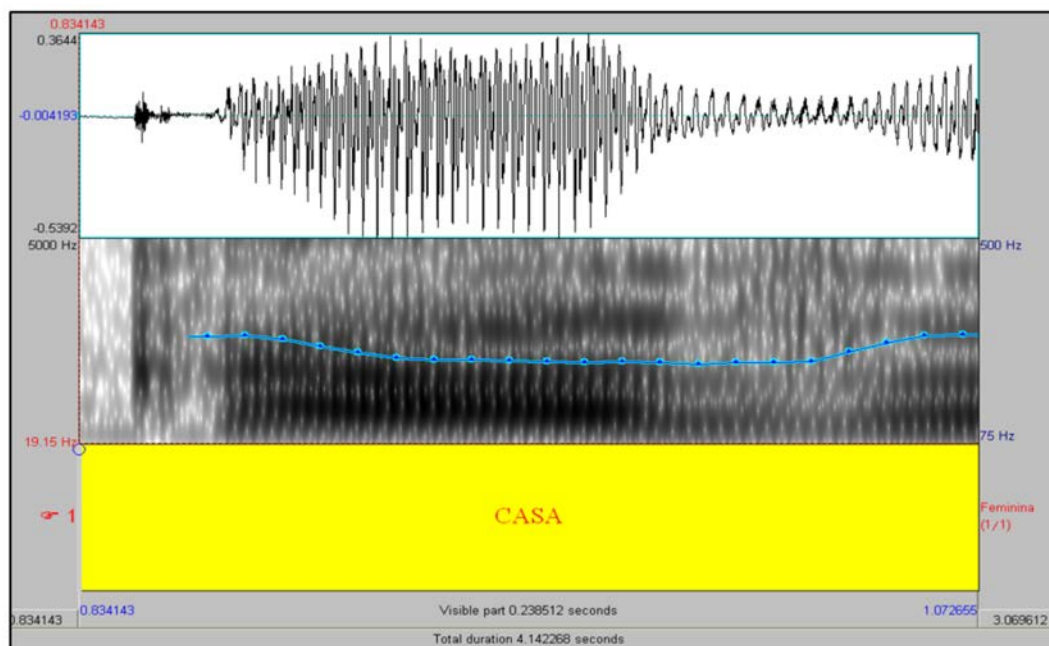
(Fonte: próprio autor)

b) Acústica

Análise fonético-acústica dos segmentos vocálicos e consonantais, a partir das seguintes medidas:

- duração absoluta e relativa dos segmentos vocálicos e consonantais (“fones”), das palavras e das sentenças-veículo;
- duração das pausas;
- unidade vogal-vogal;
- taxa de elocução;
- frequência de início de f_0 e F_1 das vogais orais e nasais em posição tônica;
- frequência de F_1 , F_2 e F_3 no ponto médio das vogais orais e nasais em posição tônica.

Figura 2. Exemplo de dado da análise fonético-acústica: a produção da palavra “casa” visualizada no *software* de análise acústica PRAAT com três camadas: camada superior com traçado da onda, camada intermediária de espectrograma de banda larga e traçado de f0 e camada inferior com etiquetagem das palavras.



(Fonte: próprio autor)

c) Perceptiva

Para análise perceptiva, será utilizado o roteiro VPAS-PB, que se encontra disponível no [Anexo 1](#) desta coletânea.

Apesar do uso de três instrumentos de avaliação, o *corpus* e a coleta desse Roteiro são únicos para todos os instrumentos:

1. *Corpus*

Por limitações de tempo de atendimento clínico e de uso do *headset*, em contrapartida, a necessidade de se obter um panorama geral das características de fala e de voz do sujeito em avaliação, a coleta dos dados envolverá uma tarefa de leitura de um *corpus* constituído por: a) vogais orais e nasais do PB em posição tônica, b) consoantes róticas do PB; c) sentenças do *corpus* do Roteiro VPAS-PB (CAMARGO; MADUREIRA, 2008; CAMARGO et al., 2011).

2. Vogais orais e nasais do PB

Para a caracterização acústico-articulatória das vogais do PB, considerou-se necessário utilizar palavras inexistentes (logatomas) compostas por consoantes com ponto de articulação labial para que não houvesse interferência da postura de língua na produção das vogais. Para tanto, essa parte do *corpus* é composta por doze palavras dissílabas, de padrão C1V1C2V2, em que:

- C1 – é a consoante fricativa labial [f];
- C2 – é a consoante plosiva bilabial [p];
- V1 – é correspondente a uma das sete vogais orais [a], [ɛ], [e], [i], [ɔ], [o], [u] ou cinco vogais nasais [ã], [ẽ], [ĩ], [õ], [ũ] do PB;
- V2 – é correspondente a vogal oral [e].

[fapɛ]	[fapɛ̃]	[fape]	[fapi]	[fapɔ]	[fapo]	[fapu]
[fapã]	[fapẽ]	[fapĩ]	[fapõ]	[fapũ]		

3. Consoantes róticas do PB

Para a caracterização acústico-articulatória das consoantes róticas do PB, o *corpus* foi formado por palavras ou logatomas dissílabas, de padrão C1V1C2V2, C1V1[rótico]C2V2 ou C1[rótico]V1C2V2, em que:

- C1 ou C2 – corresponde a um rótico ou à consoante [p] do PB;
- V1 e V2 - são a vogal oral [a].

[Rape]	[paRe]	[prape]	[pa/R/pe]
--------	--------	---------	-----------

Seguindo a metodologia proposta por Lawson et al. (2010, 2011) e Scobbie et al. (2008), amostras das vogais orais e nasais do PB serão coletadas para os procedimentos de análise acústica e articulatória. As palavras-chave descritas são inseridas na sentença-veículo “diga _____ baixinho” e apresentadas individualmente para que o sujeito faça a leitura. Cada palavra-chave é apresentada três vezes e as apresentações das sentenças são feitas pelo pesquisador, de forma aleatória e intercaladas a distratores e às frases do *corpus* de qualidade vocal.

4. Sentenças do *corpus* do Protocolo VPAS-PB (CAMARGO; MADUREIRA, 2008; CAMARGO et al., 2011)

1. O objeto de estudo da fonética é essa complexa, variável e poderosa face sonora da linguagem: a fala.

2. A Roberta gosta muito de comprar livros 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.

d) Coleta

Para a etapa inicial de validação do Roteiro, o procedimento de coleta/ gravação do *corpus* ocorrerá no Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC/LAEL/PUC-SP). Cada sujeito será gravado em uma sessão individual, com duração média de 20-30 minutos, em uma cabina acústica, com microfone unidirecional ATM 25 (*AudioTechnica*), com impedância de 600 Ohms (Ω), a uma distância de 10cm da sua boca, e acoplado no equipamento de *headset* desenvolvido pela *Queen Margaret University* e comercializado pela empresa *Articulate Instruments* do aparelho de ultrassonografia. O aparelho de ultrassonografia a ser utilizado é um equipamento *SONOSPEECH R*, com *probe* transdutor de 120° de angulação convexa, localizado atrás do osso do queixo.

Para a gravação simultânea dos dados acústicos e de ultrassonografia, utiliza-se o *software Articulate Assistant Advanced (AAA)*, que captura 30 quadros/segundo. Utilizar-se-á ainda o equipamento de interface *SyncBrightUp (Articulate Instruments)* para sincronização de áudio e vídeo na captação e análise de imagens ultrassonográficas.

A digitalização dos dados de acústicos ocorrerá em taxa de amostragem 22 kHz, com auxílio do mixer Behringer 1204USB e do *software Sound ForgeEdit* – versão 3.0 (Sony) e mesa de som. A edição e digitalização de amostras de áudio são realizadas no *software* de livre acesso *Praat* (disponível no site <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>). A edição dos dados ultrassonográficos será realizada com o apoio do *software AAA*.

Resultados

Nesta fase inicial de criação, o Roteiro de Investigação Multi-Instrumental da Produção de Fala foi aplicado em dois sujeitos sem alterações de fala e audição. Os dados preliminares revelaram que a coleta de dados multidimensionais é válida e traz uma nova visão sobre a produção de fala. Entretanto, alguns aspectos devem ser considerados para dar continuidade às adequações para validação do referido Roteiro:

a) Adequação do tempo de coleta

Para a viabilização deste instrumento na prática clínica fonoaudiológica, e levando-se em conta que uma sessão de terapia fonoaudiológica tem duração média de 45 minutos (conforme proposto pelo documento Balizadores de tempo do Conselho Regional de Fonoaudiologia - CRFa), faz-se necessário que a aplicação do roteiro tenha duração máxima de 20 minutos.

Esse tempo também é o limite máximo estimado para uso do capacete *headset* com os aparelhos, para evitar dor ou desconforto ao sujeito avaliado. Para tanto, tem-se trabalhado para determinar: (i) o limite mínimo de dados para eficácia estatística – número de reproduções; (ii) o *corpus* e (iii) a confecção de um novo modelo de suporte de cabeça *headset*.

b) Confecção de um modelo suporte de cabeça *headset* mais confortável

Um *headset* leve, ergonômico e adaptável a diferentes tipos de rosto e tamanhos de cabeça e que acomode o *probe* de ultrassonografia e o microfone é necessário para viabilizar as coletas de dados no dia a dia clínico. Nesta etapa de criação do Roteiro, novos materiais e modelos estão em teste.

c) Criação de um *software* integrado para processamento e avaliação automática dos dados coletados

Para a coleta e avaliação dinâmicas dos dados multi-instrumentais, é imperativo que a captura e a leitura de tais informações sejam feitas de forma automatizada. Um *software* interativo de alto desempenho, que integre processamento de sinais, análise numérica, cálculos matemáticos e construção de gráficos tem sido testado em projetos de pesquisas paralelos.

Considerações Finais

A nova demanda na clínica fonoaudiológica da reabilitação auditiva formada por jovens e adultos que buscam a redução dos efeitos da deficiência auditiva na sua fala e voz pode ser contemplada a partir do *Roteiro de Investigação Multi-Instrumental da Produção de Fala*, que prevê a integração e a análise dados de naturezas articulatória, fonético-acústica e perceptiva, trazendo uma maior caracterização do processo de produção de fala dos surdos oralizados.

A criação de *corpora* orais com análises de diversas naturezas (neste caso, acústica e articulatória/ultrassonográfica) associada à instância perceptiva pode possibilitar a descrição integrada de particularidades presentes na fala cotidiano dos sujeitos com deficiência auditiva. Desta forma, a partir da noção de “plasticidade do aparelho fonador”, e em contrapartida às escalas de desvio da situação de “normalidade” e classificações de acerto e erro, comumente empregadas em ambiente clínico, o fonoaudiólogo reabilitador pode trabalhar para o (re) estabelecimento de características segmentais e de qualidade vocal, as quais possibilitarão uma maior inteligibilidade dessas produções de fala, uma nova imagem de “sujeito falante” e, por conseguinte, maior qualidade de vida.

Ainda, apoiado em uma perspectiva dinâmica de produção de fala, na produção de conhecimento e instrumentos de natureza interdisciplinar e socialmente replicável, o *Roteiro de Investigação Multi-Instrumental da Produção de Fala* poderá complementar a avaliação de distúrbios de fala de outras naturezas, bem como contribuirá para a caracterização linguística do PB e para o ensino de Língua estrangeira.

Referências

ALBANO, E.C. **O gesto e suas bordas: esboço de fonologia acústico-articulatória do português brasileiro**. ALB, 2001.

ADLER-BOCK, M.; BERNHARDT, B. M.; GICK, B.; BACSFALVI, P. The use of ultrasound in remediation of North American English/r/in 2 adolescents. **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 16, n. 2, p. 128-139, 2007.

AKGUL, Y. S.; KAMBHAMETTU, C.; STONE, M. Automatic extraction and tracking of the tongue contours. **IEEE Transactions on Medical Imaging**, v. 18, n. 10, p. 1035-1045, 1999.

BACSFALVI, P. Attaining the lingual components of /r/with ultrasound for three adolescents with cochlear implants. **Canadian Journal of Speech-Language Pathology & Audiology**, v. 34, n. 3, 2010.

BACSFALVI, P.; BERNHARDT, B. M.; GICK, E. Electropalatography and ultrasound in vowel remediation for adolescents with hearing impairment. **Advances in Speech Language Pathology**, v. 9, n. 1, p. 36-45, 2007.

BARZAGHI, L.; MADUREIRA, S. Percepção de fala e deficiência de audição: elaboração de um procedimento de avaliação da percepção auditiva das plosivas do português brasileiro. **Distúrbios da Comunicação. ISSN 2176-2724**, v. 17, n. 1, 2005.

BARZAGHI, L.; BARBOSA, K.; SAMAR, M. Deficiência de audição e contraste de vozeamento em oclusivas do português brasileiro: análise acústica e perceptiva. **Distúrbios da Comunicação. ISSN 2176-2724**, v. 19, n. 3, 2007.

BRESSMANN, T.; UY, C.; IRISH, J.C. Analyzing normal and partial glossectomee tongues using ultrasound. **Clinical linguistics & phonetics**, v. 19, n. 1, p. 35-52, 2005.

BRESSMANN, T.; ACKLOO, E.; HENG, C. L.; IRISH, J. C. Quantitative three-dimensional ultrasound imaging of partially resected tongues. **Otolaryngology-Head and Neck Surgery**, v. 136, n. 5, p. 799-805, 2007.

BOOTHROYD, A. **Speech acoustics and perception**. Pro Ed, 1986.

CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S. Voice quality analysis from a phonetic perspective: voice profile analysis scheme profile for Brazilian Portuguese (BP-VPAS). In: **Proc. of the 4th Conf on Speech Prosody**. 2008. p. 57-60.

_____. Análise acústica: aplicações na fonoaudiologia. In: Fernandes, F. D. N.; Mendes, B. C. A. Navas, A.L. P. **Tratado de Fonoaudiologia**. 2ª ed. São Paulo: Roca, 2009. p. 695-9.

CUKIER, S.; CAMARGO, Z. Abordagem da qualidade vocal em um falante com deficiência auditiva: aspectos acústicos relevantes do sinal de fala. **Rev Cefac**, v. 7, n. 1, p. 93-101, 2005.

DAWSON, K.M.; TIEDE, M.K.; WHALEN, D.H. Methods for quantifying tongue shape and complexity using ultrasound imaging. **Clinical linguistics & phonetics**, v. 30, n. 3-5, p. 328-344, 2016.

FANT, G. **Acoustic theory of speech production: with calculations based on X-ray studies of Russian articulations**. Mouton & Company, 1970.

_____. Speech sounds and features. 1973.

_____. Half a century in phonetics and speech research. In: **Fonetik 2000, Swedish phonetics meeting in Skövde, May 24-26**. 2000. p. 2852-2861.

- FICKER, L. B. Produção e percepção das plosivas do português brasileiro: estudo fonético-acústico da fala de um sujeito com deficiência auditiva [teses de doutorado]. **São Paulo: PUC-SP**, 2003.
- FRISCH, S. Semiautomatic measurement of speech error data recorded with ultrasound. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 125, n. 4, p. 2529-2529, 2009.
- GIBBON, F.; MACKENZIE-BECK, J. Therapy for abnormal vowels in children with phonological impairment. 2002.
- HOWARD, S.J.; HESELWOOD, B.C. Learning and teaching phonetic transcription for clinical purposes. **Clinical linguistics & phonetics**, v. 16, n. 5, p. 371-401, 2002.
- ISKAROUS, K. Detecting the edge of the tongue: A tutorial. **Clinical linguistics & phonetics**, v. 19, n. 6-7, p. 555-565, 2005.
- KELSEY, C.A.; MINIFIE, F.D.; HIXON, T. J. Applications of ultrasound in speech research. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 12, n. 3, p. 564-575, 1969.
- KUHN, L. C.- P.; MADUREIRA, S. A Produção das PlosivasAlveolares /t/ e /d/ por um sujeito com Deficiência Auditiva: Um Estudo Fonético-Acústico. **Intercâmbio. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem. ISSN 2237-759X**, v. 23, 2012.
- LADEFOGED, P. **Phonetic Data Analysis: An Introduction to Fieldwork and Instrumental Techniques/ Peter Ladefoged**. Oxford: Blackwell, 2003.
- LAVIER, J. The phonetic description of voice quality. **Cambridge Studies in Linguistics London**, v. 31, p. 1-186, 1980.
- _____. **Principles of phonetics**. Cambridge University Press, 1994.
- LAWSON, E.; STUART-SMITH, J.; SCOBIE, J.M.; YAEGER-DROR, M.; MACLAGAN, M. Analyzing liquids. In: De Paolo, M. and Yaeger-Dror, M. (eds.) *Sociophonetics: A Student's Guide*. Routledge, London, UK, pp. 72-86. 2010.
- LAWSON, E.; SCOBIE, J. M.; STUART-SMITH, J. The social stratification of tongue shape for postvocalic /r/ in Scottish English. **Journal of Sociolinguistics**, v. 15, n. 2, p. 256-268, 2011.
- LI, M.; KAMBHAMETTU, C.; STONE, M. Automatic contour tracking in ultrasound images. **Clinical linguistics & phonetics**, v. 19, n. 6-7, p. 545-554, 2005.
- MADUREIRA, S.; BARZAGHI, L.; MENDES, B. Voicing contrasts and the deaf: production and perception issues. **Themes in clinical phonetics and linguistics London: Lawrence Erlbaum Associates**, p. 417-28, 2002.
- MENDES, B. C. A. Estudo fonético acústico das vogais do português brasileiro: dados da produção e percepção da fala de um sujeito deficiente auditivo. **São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica**, 2003.
- MODHA, G.; BERNHARDT B. M., CHURCH, R.; BACSFALVI P. Case study using ultrasound to treat /l/. **International Journal of Language & Communication Disorders**, v. 43, n. 3, p. 323-329, 2008.
- PEREIRA, L. C. K. **A percepção de plosivasalveolares na produção de um sujeito com deficiência auditiva: um estudo fonético acústico**. 2007. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- PESSOA, A. et al. Dados de dinâmica e qualidade vocal: correlatos acústicos e perceptivo-auditivos da fala

em criança usuária de implante coclear. **Journal of Speech Sciences**, v. 1, p. 17-33, 2011.

PESSOA, A. N.; PEREIRA, L. K. Assessment of speech production in speech therapy data. **Courses on Speech Prosody**, p.1-10, 2015.

POUPLIER, M. The role of a coda consonant as error trigger in repetition tasks. **Journal of Phonetics**, v. 36, n. 1, p. 114-140, 2008.

RASTADMEHR, O.; BRESSMANN, T.; SMYTH, J.; IRISH, J.C. Increased midsagittal tongue velocity as indication of articulatory compensation in patients with lateral partial glossectomies. **Head & neck**, v. 30, n. 6, p. 718-726, 2008.

SCOBBIE, J. M.; STUART-SMITH, J.; LAWSON, E. Looking variation and change in the mouth: developing the sociolinguistic potential of Ultrasound Tongue Imaging. 2008.

VAZQUEZ-ALVAREZ, Y.; HEWLETT, N. The 'trough effect': an ultrasound study. **Phonetica**, v. 64, n. 2-3, p. 105-121, 2007.

WHALEN, D. H. Three lines of evidence for direct links between production and perception in speech. In: **Proceedings of the XIVth International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS 99)**. 1999. p. 1257-1260.

WHALEN, D. H.; ISKAROUS, K.; TIEDE, M.K.; OSTRY, D.J.; LEHNERT-LEHOULLIER, H.; VATIKIOTIS-BATESON, E.; HAILEY, D.S. The Haskins optically corrected ultrasound system (HOCUS). **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 48, n. 3, p. 543-553, 2005.

Pesquisa de Pós-doutorado em desenvolvimento no Programa de Estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, sob a supervisão da Profa. Dra. Sandra Madureira, com auxílio do Capes.

CAPÍTULO 11

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO AUDITIVA DE SONS DE FALA

Luisa Barzagli

Mário Madureira Fontes

Lilian Cristina Kuhn Pereira

Resumo

O uso de instrumentos que subsidie a prática de avaliações sistemáticas e ações terapêuticas para delimitar como as pessoas com deficiência auditiva percebem e produzem sons da fala é imprescindível na clínica fonoaudiológica. Neste sentido, esta pesquisa objetivou contribuir para a construção de um *game* para a avaliação da percepção de fala por esses sujeitos, considerando os sons do Português Brasileiro (PB). Para tanto, utilizou-se o programa de avaliação da percepção de plosivas proposto por Barzagli e Madureira (2005), que sofreu reestruturação, tornando-o uma interface intuitiva e flexível, que proporcionará uma melhor experiência para o usuário e mais dados clínicos ao profissional.

Descritores: Percepção da Fala; Deficiência Auditiva; Crianças

Introdução

A deficiência auditiva é uma patologia que causa grande impacto no desenvolvimento da criança. Nesta, comumente são vistas alterações na linguagem oral e escrita, decorrentes da alteração na percepção do sinal acústico de fala. Entretanto, há variações nas alterações de percepção e produção de fala entre os sujeitos com deficiência de audição e estas não estão relacionadas apenas ao grau e/ou ao tipo de perda auditiva, mas também ao tipo de amplificação utilizada, tempo de diagnóstico e terapia fonoaudiológica e às experiências linguísticas às quais a criança foi exposta. Portanto, para determinar a extensão em que é afetada a percepção dos sons da fala são necessários testes e procedimentos que avaliem tal aspecto de forma específica (MENDES; BARZAGHI, 2015). Nesse sentido, a pesquisa em Fonética Acústica pode contribuir para o processo terapêutico fonoaudiológico de crianças com deficiência de audição, principalmente considerando o acesso às pistas acústicas dos sons de fala e o desenvolvimento da linguagem oral. A tarefa do ouvinte é extrair do complexo sinal de fala o significado. Para tanto, é necessária a associação desse sinal às funções de ordem linguísticas e culturais. O sinal acústico é que faz a intermediação entre a produção e percepção de fala. A percepção de fala exerce papel fundamental sobre a produção, e esta relação, embora ainda não totalmente conhecida, fica muito evidente nos casos de deficiências de audição que ocorrem antes ou durante a primeira infância, ou seja, antes da aquisição da linguagem.

De acordo com Boothroyd (1986), a deficiência de audição afeta a percepção de fala e esta, em geral, diminui com o aumento do grau de perda auditiva: os padrões suprasegmentais são os mais preservados e o ponto de articulação das consoantes é o menos acessível. É importante lembrar que o grau de perda isoladamente não representa a variabilidade encontrada entre os sujeitos quanto às habilidades de discriminar e identificar sons de fala. Além das diferenças decorrentes da lesão no sistema auditivo, outros fatores são determinantes na percepção auditiva: idade do aparecimento da perda auditiva, participação da família no processo terapêutico, tipo de amplificação, entre outros. É fundamental que seja feita a avaliação da percepção de fala individualmente, sem perder de vista os limites dos testes de fala, que dificilmente irão refletir as habilidades em perceber a linguagem falada.

Neste estudo pretende-se contribuir para o aperfeiçoamento de uma ferramenta computacional já desenvolvida para Avaliação da Percepção Auditiva das Consoantes do Português Brasileiro (PB). Este teste de avaliação de percepção auditiva foi inicialmente desenvolvido para ser usado em pesquisas sobre a produção e percepção dos sons da fala por crianças com deficiência auditiva (BARZAGHI; MADUREIRA, 2005; BARZAGHI, BARBOSA; MALT, 2007; PEREIRA; MADUREIRA, 2011).

O teste foi baseado em um *software* que possibilita a apresentação de arquivos de áudio e de imagem simultaneamente e o registro das respostas para cada item testado. A resposta consiste na seleção de uma das figuras entre as quatro que aparecem na tela, sendo apenas uma delas correspondente à palavra apresentada no arquivo de áudio. Para a continuidade do teste a resposta é obrigatória, ou seja, a criança deve fazer uma escolha mesmo sem ter certeza sobre o acerto. Este formato de escolha forçada foi proposto por Boothroyd (1984, 1986, 2005) por ser uma das únicas possibilidades de obtermos informações sobre as habilidades auditivas de crianças, quando a percepção e produção de fala estão muito comprometidas.

As respostas obtidas são gravadas e disponibilizadas na forma de um relatório. O programa contém módulos de demonstração (das figuras e do manuseio), de calibração do sinal para realização do teste por meio do audiômetro e de identificação do paciente.

Por ser um teste de escolha forçada, é necessário que seja apresentado um grande número de itens, com a finalidade de descartar o acerto casual. A primeira versão (2005) permitia apenas uma forma de apresentação: quatro itens por tela, num total de 120 apresentações. Na segunda versão, o *software* foi aberto para a parametrização do número de itens, de apresentações, além de inclusão de novos itens.

O teste foi inicialmente aplicado em crianças com audição normal que não apresentaram dificuldades na execução da tarefa. Considerando todos os itens do teste, a maioria das crianças sem queixas auditivas (70%), obteve porcentagem de acerto superior a 98%, o que corresponde a dois itens errados, e 100% das crianças avaliadas obtiveram porcentagem de acerto igual ou superior a 95%, o que correspondeu a seis erros em 120.

Quando aplicado a um grupo de sujeitos com diferentes graus de perda auditiva, os resultados mostraram uma tendência de maior dificuldade na percepção do contraste de ponto de articulação e vozeamento na medida em que o grau de perda auditiva aumenta, como demonstrado nos gráficos das Figuras 1 e 2. Embora exista uma forte relação entre os limiares audiométricos e as habilidades de percepção da fala, sabe-se que a configuração do audiograma e o grau da perda auditiva não são suficientes para prever as habilidades de percepção auditiva da fala uma vez que reflete apenas uma medida de audibilidade dos sons nas várias frequências. Assim, a percepção auditiva da fala com uso de amplificação não pode ser prevista apenas com base no audiograma, pois as deficiências auditivas podem interferir também na resolução temporal, de frequência e de intensidade, o que explica a variabilidade encontrada entre os sujeitos com o mesmo grau de perda auditiva.

Figura 1. Gráfico representativo da distribuição das porcentagens de acerto para os diferentes graus de perda auditiva por contraste de ponto de articulação nas três oposições apresentadas (Ponto Bilabial *versus* Alveolar – PT_BXA; Ponto Bilabial *versus* Velar – PT_BXV; Ponto Alveolar *versus* Velar – PT_AxV).

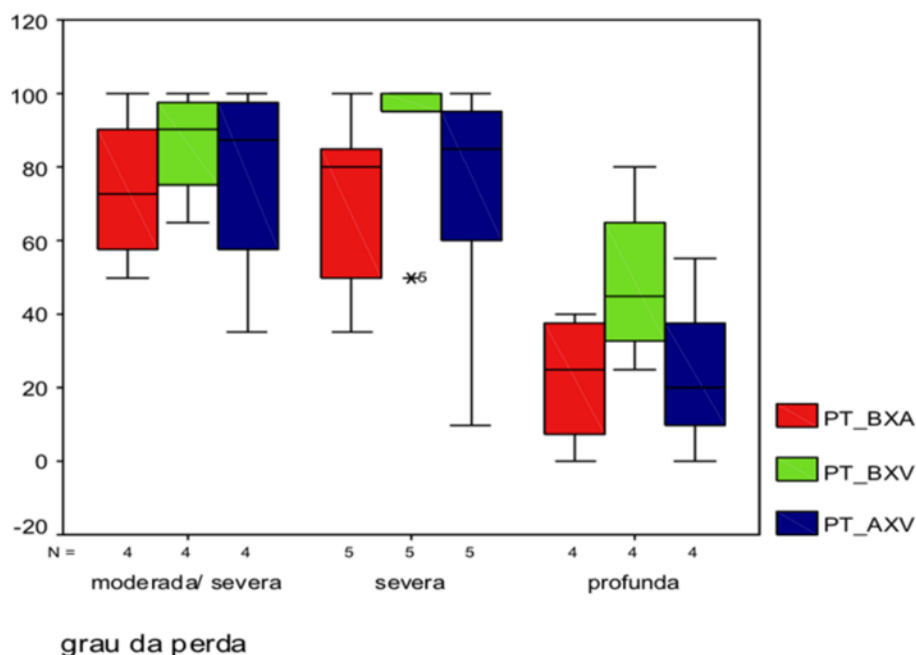
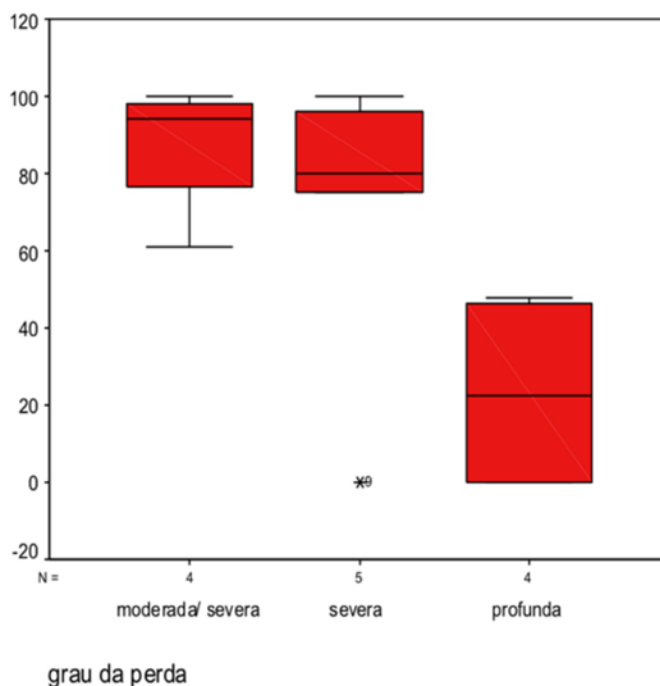


Figura 2. Gráfico representativo da distribuição das porcentagens de acerto para os diferentes graus de perda auditiva por contraste de vozeamento.



(Fonte: próprio autor)

Estes resultados sugerem que tal ferramenta, se aplicada na avaliação das habilidades auditivas de crianças com deficiência de audição, pode trazer contribuições para a clínica fonoaudiológica, tanto para nortear ajustes nos dispositivos eletrônicos de acessibilidade auditiva – aparelhos de amplificação sonora individual (AASI) e implante coclear (IC), quanto para acompanhar o desenvolvimento da função auditiva e os progressos na reabilitação.

Até o momento trabalhamos com as palavras que iniciam com as seis plosivas do PB: /pata/, /bata/, /tata/, /data/, /cata/ /gata/, uma vez que o *software* foi elaborado para a realização de pesquisa sobre produção e percepção dos sons plosivos do PB. Na nova versão que se pretende elaborar, outras palavras serão introduzidas para avaliação da identificação auditiva de outros sons consonantais (/nata/, /mata/, /chata/, /rata/ e /lata/), além da percepção de vogais e extensão vocabular.

A desvantagem do formato do teste de escolha forçada, conforme já citado acima, consiste na possibilidade de que o acerto seja casual, ou seja, a resposta correta resulte do acaso e não da habilidade auditiva da criança. Neste sentido, para a obtenção de resultados fidedignos são necessárias varias apresentações de cada item de forma que seja possível calcular estatisticamente qual é a porcentagem de acerto real. Isto torna o teste cansativo, a tarefa repetitiva e enfadonha, o que não favorece sua aplicabilidade na prática clínica. Para que o procedimento possa ser utilizado na rotina dos serviços de saúde auditiva serão

necessárias adaptações no *software* desenvolvido de forma que o teste se torne mais atraente para a faixa etária.

A proposta deste capítulo é introduzir um vídeo jogo (*game*) no *software* de avaliação da percepção auditiva de consoantes plosivas, para que, sob o conceito de *gamificação*, o paciente possa ter uma experiência clinicamente eficaz e, igualmente, lúdica.

A introdução do conceito de *gamificação* das atividades para o público infantil, em diversas áreas da saúde (odontologia, fisioterapia, terapia ocupacional, psicologia e fonoaudiologia) tem se tornado uma tendência mundial nas últimas décadas. A terapia fonoaudiológica para reabilitação auditiva é especificamente desafiadora, isto porque se caracteriza por um processo lento (com duração de anos) e ativo, ou seja, requer o envolvimento do paciente/cliente em todo o tempo da sessão. Neste sentido, o uso de jogos de computação nas sessões de terapia tem como vantagens: manter a motivação dos pacientes; tornar as atividades terapêuticas mais personalizadas às necessidades e interesses de cada criança; dar continuidade ao tratamento em ambiente domiciliar ou escolar ampliando o número de oportunidades de treinamento (TAN et al., 2014; CANO et al., 2015).

Com a proposta de tornar a avaliação da percepção auditiva para sons de fala uma tarefa mais atraente para o público pediátrico, sem, no entanto, comprometer a qualidade do teste, criou-se uma versão preliminar do *game*, elaborada de tal forma que a tarefa de percepção auditiva fique totalmente separada da atividade lúdica, de modo a evitar interferências na atenção da criança para a realização da tarefa. De tal modo, durante apresentação dos itens do teste - arquivos de áudio e das quatro figuras na tela - não serão apresentados quaisquer outros estímulos visuais ou auditivos.

O novo modelo que propõe a inserção de pausas lúdicas foi inspirado na técnica "*pomodoro technique*" (CIRILLO, 2006), proposta para o aumento da produtividade na execução de tarefas. Os principais elementos da técnica são etapas de concentração em uma determinada tarefa intercaladas por pausas. Analogamente, durante o teste, haverá pausas entre sequências de apresentação de palavras, ou seja, após determinado número de repetições/apresentações de itens do teste, a criança poderá interagir com os personagens e receber "recompensas" a cada etapa realizada. Por se tratar de um teste de habilidades, e não uma proposta de treinamento, não é cabível receber recompensas por acertos, mas sim recompensas por fases concluídas.

O projeto desenvolvido é mais uma etapa de estudo que busca, a partir dos conhecimentos teóricos da Audiologia, da Linguística e das Ciências da Computação, contribuir para a relevante questão – fala e deficiência auditiva, uma vez que a aquisição de linguagem por crianças surdas tem se constituído num grande desafio para os profissionais implicados nessa área. Tem como objetivo geral apresentar a versão preliminar de reestruturação do *software* de Avaliação da Percepção Auditiva das Consoantes do Português Brasileiro, incorporando um vídeo jogo (*game*) ao teste de identificação auditiva de palavras.

Como objetivos específicos foram elencados: a elaboração de uma interface que seja simples e atraente para o universo infantil visando à motivação dos pacientes/jogadores de forma a tornar a experiência da realização da avaliação da percepção auditiva mais atrativa, viabilizando seu uso periódico na clínica; disponibilização ao usuário (fonoaudiólogo) um instrumento de fácil utilização, que permita diversas combinações de

apresentação aleatória dos estímulos (arquivos de som e imagens) e permita a gravação dos resultados.

Métodos

A metodologia de pesquisa utilizada nesse projeto seguiu, do ponto de vista linguístico, os preceitos teóricos da Fonética Acústica (LAVÉ, 1994) e os estudos de percepção auditiva de Boothroyd (1984, 1986, 2005) para a seleção, elaboração e validação do *corpus* (arquivos de áudio e de figuras) e foi realizada nas versões anteriores do *software*.

Para a composição desta pesquisa foi realizado levantamento bibliográfico sobre o uso de *games* na educação/reabilitação de crianças. Na etapa seguinte, foi feita a escolha de um sistema e, numa versão preliminar, ainda em testes, foi construído em ciclos repetitivos, cada um com quatro fases: concepção, elaboração, construção e validação do *game* que será incorporado ao teste de percepção de fala.

O projeto consta de duas etapas: Etapa 1: produção do *game* em uma versão preliminar a ser testada; Etapa 2: refinamento da versão preliminar para uma versão final mais apurada. Após estas etapas, será elaborado um material acadêmico na forma de um *kit* a ser utilizado por alunos para reproduzir o experimento e a disponibilização do *game* para futura avaliação de sua aplicabilidade na clínica fonoaudiológica.

Estrutura do game criado em versão preliminar

A estrutura da versão anterior do *software* para avaliação da percepção auditiva de sons consonantais do PB será mantida, com atualização e adaptação visual para ser utilizada também em *tablets* e constará de diversos módulos descritos a seguir:

a) Módulo 1 - Identificação do sujeito

Permite a inserção de dados de identificação da criança e o modo de apresentação do teste – por meio de audiômetro ou saída de som acoplada ao *tablet* ou computador; com fones ou em campo livre. Quando a apresentação dos arquivos de áudio se der por meio do audiômetro, o fonoaudiólogo deverá utilizar a tela de calibração (já elaborado nas versões anteriores, conforme indicado na Figura 3).

Figura 3. Telas de identificação da criança e modo de apresentação do teste e de calibração.

(Fonte: próprio autor)

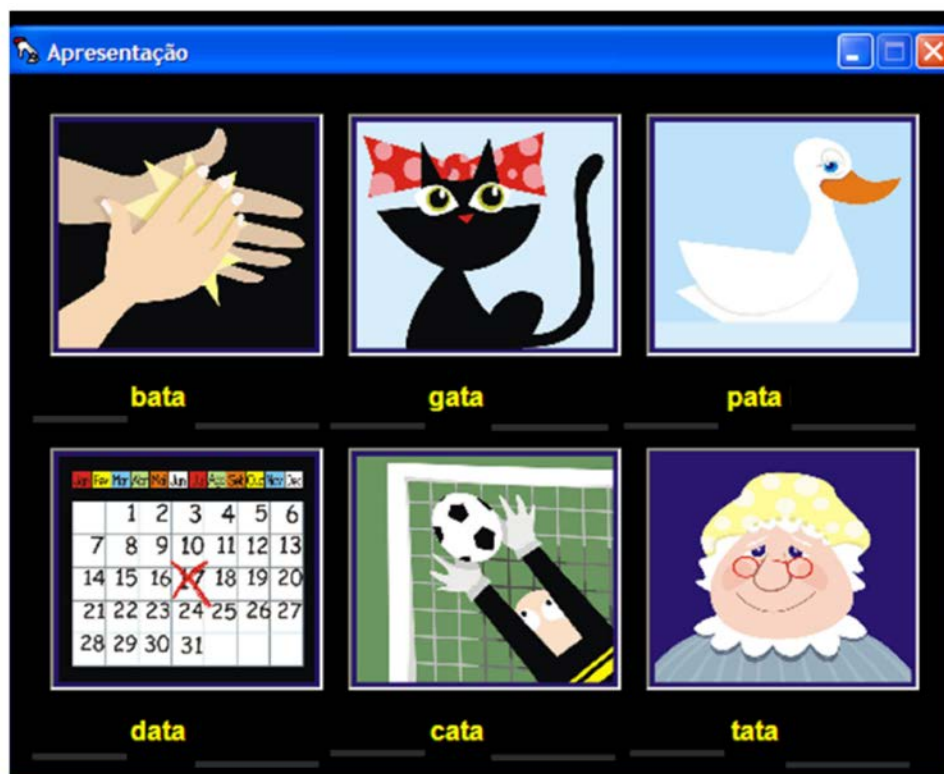
b) Módulo 2 - Apresentação das figuras

Antes de iniciar o teste, é necessário verificar se há, por parte do sujeito avaliado, conhecimento prévio das palavras e das figuras, bem como a correlação entre ambas. Além disso, para abarcar os critérios descritos abaixo foram necessárias adaptações para criação do *corpus*, como, por exemplo, a abreviação da palavra /tataravó/, /TATA/:

- oposição apenas pela consoante inicial;
- proximidade ao vocabulário infantil e
- possibilidade de representação gráfica das palavras.

Nesse sentido, antes de cada avaliação, é necessário esclarecer para a criança qual figura corresponde a cada estímulo auditivo. Para tanto, o programa conta com uma tela de apresentação de todas as figuras relativas às palavras selecionadas para cada avaliação, de modo que o fonoaudiólogo possa se assegurar que os erros posteriores não serão decorrentes de aspectos semânticos. A Figura 4 ilustra o módulo de apresentação para identificação das plosivas do PB.

Figura 4. Módulo de apresentação das palavras que serão utilizadas no teste de percepção auditiva.



(Fonte: próprio autor- Telas originais do *software* “Avaliação da Percepção Auditiva das Consoantes do Português Brasileiro - PB”)

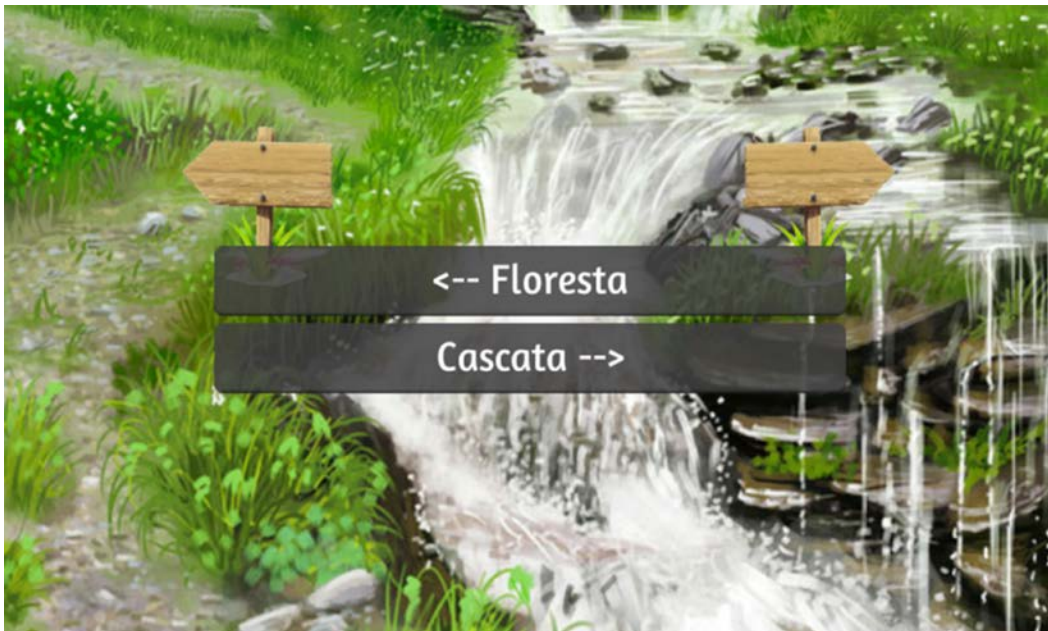
c) Módulo 3 – Treinamento

A inserção de uma tela de treinamento tem como objetivo possibilitar que o examinador verifique se a criança compreendeu a tarefa e sabe dar a resposta antes do início do teste. Como no caso do reconhecimento prévio das figuras e palavras, o objetivo é que não ocorram erros em função de dificuldades no manuseio do *software*. A criança deve ter a habilidade de apontar com o *mouse* ou com o dedo (no caso de uso de tecnologia *touch*) a figura que aparece na tela e que corresponde ao áudio apresentado. A tarefa no módulo de treinamento será idêntica à exigida no teste, porém com palavras diferentes daquelas usadas na avaliação. Os resultados desta etapa não serão computados e o número de apresentações será definido pelo fonoaudiólogo de acordo com a necessidade da cada criança. Nesta fase também será feito o ajuste da intensidade do som para o limiar de maior conforto para cada paciente.

d) Módulo 4 - Apresentação do jogo

Antes do início do teste, será apresentada uma tela, mostrando que será iniciado um desafio para identificação de sons (palavra do PB) apresentados por personagens ao longo de sua aventura. Cada desafio/etapa do teste acontece em um determinado ambiente do jogo, com diferenças de acordo com a faixa etária (Figura 5).

Figura 5. Versão preliminar das telas de escolha do ambiente no *game*.



(Fonte: próprio autor, com uso de imagens do projeto Fungus (<http://fungusgames.com/>)).



(Fonte: próprio autor, com imagens criadas a partir do site: <http://gaurav.munjhal.us/Universal-LPC-Spritesheet-Character-Generator/>).

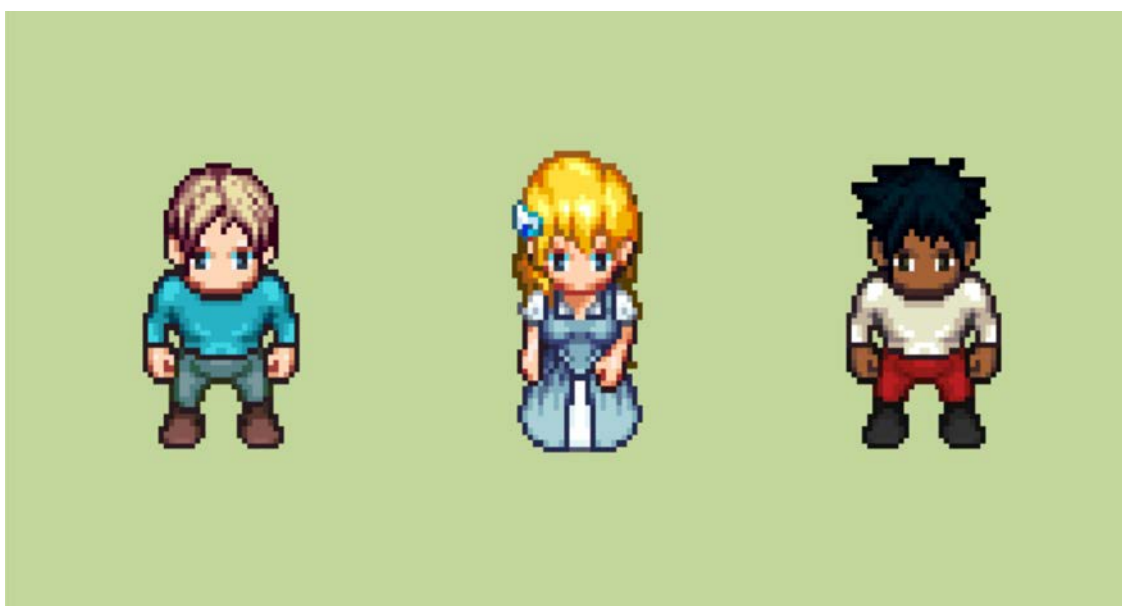
e) **Módulo 5 - Escolha do personagem**

Foram selecionados personagens para serem escolhidos pelas crianças para “interagir” durante a realização do teste/game.

Figura 6. Versão preliminar da tela de escolha de personagens do game.



(Fonte: próprio autor, com uso de imagens do projeto Fungus (<http://fungusgames.com/>))



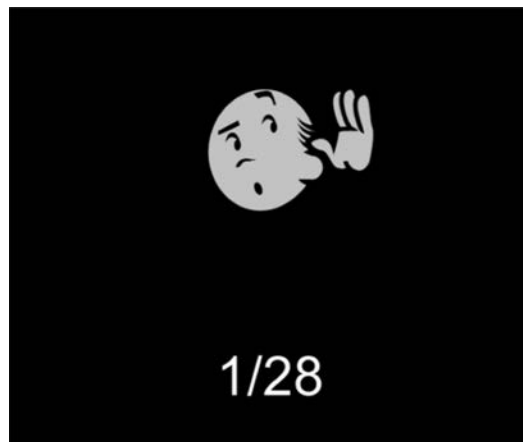
(Fonte: próprio autor, com imagens criadas a partir do site: <http://gaurav.munjal.us/Universal-LPC-Spritesheet-Character-Generator/>)

f) Módulo 6 - Realização de uma sequência do teste

Antes da apresentação da palavra aparece uma tela para alertar que a criança deve prestar atenção no som que virá em seguida (Figura 7a). Em seguida são apresentadas as imagens e o arquivo de áudio com a palavra que a criança deverá identificar por meio da representação pictórica apresentada (Figura 7b).

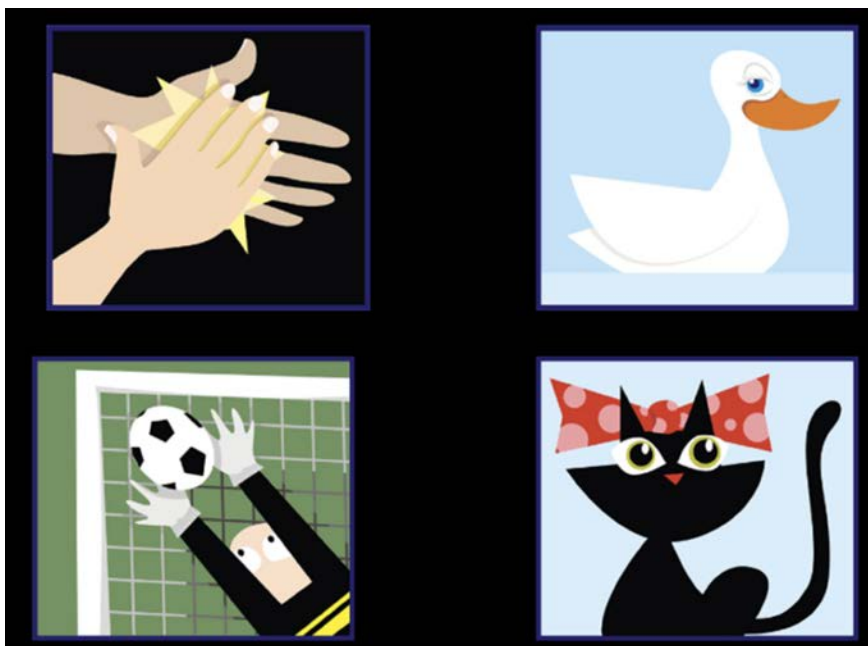
Figura 7a e b. Versão preliminar da tela que chama a atenção da criança (a) e apresenta as figuras para identificação auditiva dos contrastes de fala avaliados (b).

(a)



(Fonte: próprio autor, a partir do banco de imagens <http://divorceinformation.info/tuesday-tips-listening-well/listen-2-png/>).

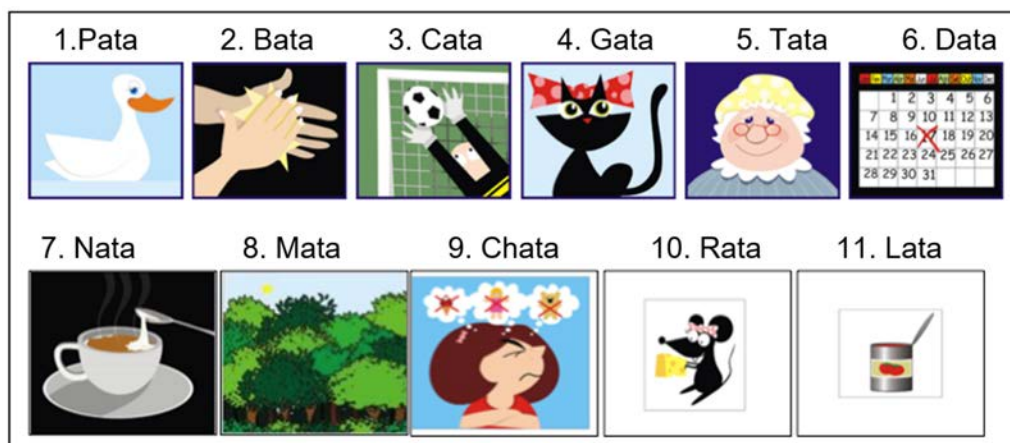
(b)



(Fonte: próprio autor, a partir do banco de imagens <http://divorceinformation.info/tuesday-tips-listening-well/listen-2-png/>).

Na Figura 8 a seguir estão apresentadas todas as gravuras relativas às palavras (pares mínimos) utilizadas no teste/*game* de percepção auditiva de sons consonantais do PB já elaboradas.

Figura 8. Representação pictórica das palavras do teste de percepção auditiva de fala.



(Fonte: próprio autor- Telas originais do *software* “Avaliação da Percepção Auditiva das Consoantes do Português Brasileiro - PB”)

g) Módulo 7 - Retorno ao game com recompensas e escolhas

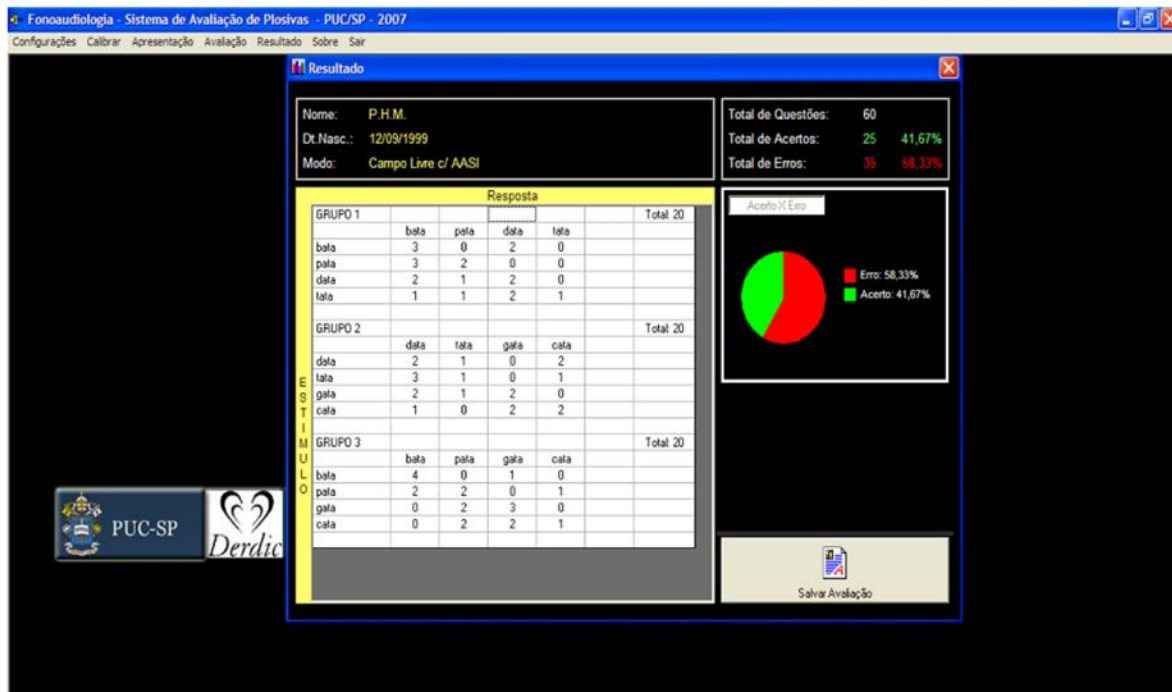
Nesta etapa é que acontece a principal modificação em relação ao *software* original. A inserção de um jogo com fases sucessivas a serem cumpridas durante o teste possibilitará ao jogador momentos de diversão. Ainda, terá a função de motivar a criança a dar prosseguimento na realização do teste. Depois de finalizar cada bloco de apresentações dos itens em teste, será dada continuidade à história/jogo, e o sujeito avaliado será recompensado por ter “ajudado” a identificar as palavras no desafio anterior e poderá, então, escolher um novo caminho a ser trilhado.

h) Módulo 8 - Fim do teste/jogo

Na tela final serão mostrados os itens coletados durante a aventura e o jogador poderá montar um cenário ou quebra-cabeça com os objetos/peças encontrados.

Após esta etapa, os resultados do teste de percepção auditiva para sons de fala serão disponibilizados em um relatório automaticamente gerado contendo as respostas dadas para cada apresentação dos itens do teste, com informações sobre o item (arquivo de áudio) apresentado, a resposta correta esperada e a resposta dada pela criança. Além do referido relatório, o módulo de resultados também disponibiliza um resumo em forma de tabela (matriz de confusão) para facilitar a análise qualitativa dos erros cometidos e um gráfico com a representação da porcentagem de erro e acerto (Figura 9).

Figura 9. Tela de apresentação dos resultados do teste de percepção auditiva de identificação de palavras.



(Fonte: próprio autor- Telas originais do *software* “Avaliação da Percepção Auditiva das Consoantes do Português Brasileiro - PB”).

Considerações finais

A versão preliminar de reestruturação do *software* de Avaliação da Percepção Auditiva para identificação de palavras do Português Brasileiro com a inserção de um *game* apresentada nesta etapa, revelou como aspectos positivos manter a flexibilidade na escolha dos itens do teste e no número de apresentações, viabilizando sua utilização para a realização de pesquisas ou uso clínico, com a vantagem de tornar a atividade mais atrativa e motivadora.

Como desafios para futura implantação, destacam-se a importância de criar cenários e propostas lúdicas adequadas para diferentes faixas etárias, com crescente dificuldade, sem comprometer o desempenho da criança na realização da tarefa de percepção auditiva. Além disso, pretende-se trabalhar com a possibilidade de incluir cálculos estatísticos que permitam finalizar automaticamente cada etapa do teste assim que um número de acertos suficientes seja alcançado, antecipando a realização dos níveis mais complexos. Os tópicos aqui destacados serão contemplados nas futuras etapas do projeto de criação do vídeo jogo.

Referências

- BARZAGHI, L.; MADUREIRA, S. Percepção de fala e deficiência de audição: elaboração de um procedimento de avaliação da percepção auditiva das plosivas do português brasileiro. **Distúrbios da Comunicação**, v. 17, n. 1, 2005.
- BARZAGHI, L; BARBOSA, K; SAMAR, M. Deficiência de audição e contraste de vozeamento em oclusivas do português brasileiro: análise acústica e perceptiva. **Distúrbios da Comunicação**, v. 19, n. 3, 2007.
- BOOTHROYD, A. Auditory perception of speech contrasts by subjects with sensorineural hearing loss. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 27, n. 1, p. 134-144, 1984.
- BOOTHROYD, A. Measuring auditory speech perception capacity in very young children. In: **International Congress Series**. Elsevier, 2004. p. 292-295.
- CANO, S. et al. Training with Phonak: Serious Game as support in Auditory--Verbal Therapy for Children with Cochlear Implants. In: **Proceedings of the 3rd 2015 Workshop on ICTs for improving Patients Rehabilitation Research Techniques**. ACM, 2015. p. 22-25.
- CIRILLO, F. **The Pomodoro Technique** - 2006. Disponível em http://caps.ucsd.edu/Downloads/tx_forms/koch/pomodoro_handouts/ThePomodoroTechnique_v1-3.pdf
- MENDES, B. C. A; BARZAGHI, L. Percepção, produção de fala e deficiência auditiva In: Bevilacqua, M.C.; Martinez, M.A.N.; Balen, S.A.; Pupo, A.C.; Reis, A.C.M.; Frota, S. Tratado de Audiologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015, v.1, p. 463-469.
- LAVIER, J. **Principles of phonetics**. Cambridge University Press, 1994.
- KUHN, L. C. P.; MADUREIRA, S. A PRODUÇÃO DAS PLOSIVAS ALVEOLARES/T/E/D/POR UM SUJEITO COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA: UM ESTUDO FONÉTICO-ACÚSTICO. **Intercâmbio. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem**. ISSN 2237-759X, v. 23, 2012.
- TAN, C. T. et al. Retrogaming as visual feedback for speech therapy. In: **SIGGRAPH Asia 2014 Mobile Graphics and Interactive Applications**. ACM, 2014. p. 4.

Sitiografia

- “Character Generator”, <http://gaurav.munjal.us/>, acessado em 3 de outubro de 2016.
- “Fungus Storytelling Plugin for Unity 3D”, <http://fungusgames.com/>, acessado em 3 de outubro de 2016.
- “Divorce Information”, <http://divorceinformation.info/tuesday-tips-listening-well/listen-2-png/>, acessado em 16 de setembro de 2016.

Trabalho realizado em parceria entre a Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação (DERDIC) e Centro de Audição da Criança (CeAC), Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição (LIAAC) e Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da PUC-SP.

CAPÍTULO 12

DERMATOGLIFIA E QUALIDADE VOCAL

Cristiane Magacho Coelho

José Fernandes Filho

Zuleica Camargo

Resumo

As habilidades de velocidade de contração e de resistência muscular são alguns dos potenciais genéticos estudados pela dermatoglia, método científico que analisa a impressão digital. Por meio desse método, é possível identificar as habilidades genéticas de cada sujeito. Apesar de potencialmente promissora no esporte, na prática forense, na saúde e na genética, a inserção da dermatoglia no estudo da qualidade vocal não foi explorada até o momento, com o intuito de identificar o grupo de fibras musculares em que o falante tenha mais habilidade. O presente estudo apresenta como dados preliminares a relação entre qualidade vocal (descrita por meio do roteiro *VPAS-PB*) e perfil dermatoglífico baseado em Cummins e Midlo (1961), com a ilustração de um relato de caso. Destaca-se a revisão de literatura acerca do método dermatoglífico, no que diz respeito à aplicabilidade da dermatoglia nas diferentes áreas, a embriogênese das representações epidérmicas e a análise do perfil dermatoglífico.

Descritores: Qualidade Vocal; Dermatoglia; Disfonia; Voz; Percepção da Fala

Introdução

Os avanços em métodos de avaliação vocal têm impactado positivamente o cenário da atuação fonoaudiológica, especialmente pela possibilidade de detalhamento das vertentes fisiológica, perceptiva e acústica da fala e da qualidade vocal.

Este capítulo destina-se a introduzir o método dermatoglífico no estudo da qualidade vocal, dando visibilidade a possíveis achados da inter-relação da qualidade da voz e do perfil dermatoglífico que possam influenciar a eleição de técnicas vocais para o estudo da voz falada.

O presente trabalho está dividido em subtópicos teóricos acerca da qualidade vocal (LAVÉ, 1980, 2000; CAMARGO; MADUREIRA, 2008): voz, hábitos vocais e aquecimento; dermatoglifia e impressão digital e um relato de caso como desfecho.

a) Qualidade Vocal

A qualidade vocal é explicada, segundo o modelo descrito por Laver (1980), como a representação da característica individual do falante, a qual recebe influência de fatores de natureza intrínseca e extrínseca. Os fatores intrínsecos referem-se às características da anatomia do aparelho fonador. Já aqueles de natureza extrínseca estão relacionados aos ajustes musculares de longo termo do aparelho fonador. Tais fatores são conhecidos como *settings* e referem-se à unidade analítica do referido modelo (LAVÉ, 1980).

Modificações do aparelho fonador, nos planos laríngeo ou supralaríngeo, levam a mudanças na qualidade vocal de um falante, que podem ser avaliadas sob o ponto de vista fonético, de acordo com roteiro intitulado *Vocal Profile Analysis Scheme - VPAS*, entendido como roteiro de avaliação da qualidade vocal com motivação fonética (LAVÉ, 2000; CAMARGO, 2002; CAMARGO; MADUREIRA, 2008).

A possibilidade de avaliação dos possíveis ajustes do aparelho fonador durante a fala reside na proposição de um ajuste de referência: o ajuste neutro. Tal ajuste não se caracteriza como critério de “normalidade” ou repouso do aparelho fonador, mas sim como uma referência, um estado intermediário, em termos de comprimento do trato vocal, de dimensão das cavidades ressoadoras, da posição do palato mole, do nível geral de tensão muscular nos planos glótico e supraglótico e de atividade de pregas vocais, em que os correlatos acústicos e fisiológicos são bem definidos. De acordo com Laver (2000), a descrição de ajuste neutro no plano supraglótico refere-se aos seguintes parâmetros:

- trato vocal apresenta configuração próxima a de um tubo regular em diâmetro;
- mandíbula ligeiramente aberta;
- lábios não se apresentam predominantemente estirados, arredondados ou protraídos;
- palato mole fechado, exceto quando a nasalidade for relevante fonologicamente;
- laringe não se encontra elevada ou abaixada;
- tensão muscular ao longo do trato vocal moderada.

Do ponto de vista laríngeo (ou fonatório), Laver (2000) também descreve o ajuste neutro como contemplando:

- vibração apenas de pregas vocais;
- vibração periódica;
- sem ruído audível de escape de ar;
- tensão moderada para todos os parâmetros laríngeos.

Para o grupo de ajustes laríngeos, as variações de qualidade vocal, a partir do ajuste neutro (modal), foram embasadas na descrição de quais mobilizações podem se apresentar de forma isolada (ajustes simples) ou inter-relacionadas (ajustes compostos). Foram expostos, no roteiro VPAS, os ajustes simples não neutros:

- ✓ Modal;
- ✓ Falsete;
- ✓ Escape de ar;
- ✓ *Vocal fry* (crepitação).

Diante da possibilidade de combinação, emergem os ajustes compostos, como:

- ✓ Voz crepitante;
- ✓ Voz sopro;
- ✓ Voz áspera.

Há, também, os ajustes do plano da tensão muscular: hiper ou hipofunção laríngea.

Os ajustes supraglóticos, por sua vez, são divididos em três categorias:

- Longitudinais: modificações efetuadas pelo falante no eixo longitudinal do trato vocal. As possibilidades de ajustes são:

- ✓ Laringe alta;
- ✓ Laringe baixa;
- ✓ Lábios protraídos (arredondados);
- ✓ Lábios em labiodentalização.

- Transversais: tendências quase que permanentes em manter um ajuste peculiar constritivo ou expansivo na área transversal de todo o trato vocal. As possibilidades de ajustes são:

- ✓ Lábios com expansão horizontal do espaço interlabial;
- ✓ Lábios com expansão vertical;
- ✓ Lábios com constrição horizontal;
- ✓ Lábios com constrição vertical;
- ✓ Lábios com expansão horizontal e expansão vertical;
- ✓ Lábios com constrição horizontal e constrição vertical;
- ✓ Lábios com expansão horizontal e constrição vertical;
- ✓ Lábios com constrição horizontal e expansão vertical;

- ✓ Ponta/lâmina da língua: articulação de ponta;
- ✓ Ponta/lâmina da língua: articulação de lâmina;
- ✓ Ponta/lâmina da língua: articulação retroflexa;
- ✓ Corpo de língua: dentalizada;
- ✓ Corpo de língua: alveolarizada;
- ✓ Corpo de língua: palatoalveolarizada;
- ✓ Corpo de língua: palatalizada;
- ✓ Corpo de língua: velarizada;
- ✓ Corpo de língua: uvularizada;
- ✓ Corpo de língua: faríngea;
- ✓ Corpo de língua: faringolaríngea;
- ✓ Base de língua: avançada;
- ✓ Base de língua: retraída;
- ✓ Pilares: de fauces ou de pilares;
- ✓ Faringe: faríngea;
- ✓ Mandíbula: posição aberta;
- ✓ Mandíbula: posição fechada;
- ✓ Mandíbula: posição protraída;
- ✓ Sistema velofaríngeo: nasal;
- ✓ Sistema velofaríngeo: denasal.

Baseadas nos estudos de Laver (2000) acerca do VPAS, Camargo e Madureira (2008) propuseram uma adaptação do roteiro ([Anexo 1](#)), em virtude do contexto do português brasileiro, que engloba, ainda, o item “Elementos Prosódicos”.

Tais ajustes são graduados em manifestações de 1 a 6. Manifestações de 1 a 3 são consideradas diferenças leves a moderadas, em relação ao ajuste neutro. Já aquelas de graus 4 a 6 são consideradas diferenças notáveis a extremas, em relação ao ajuste neutro (CAMARGO; MADUREIRA, 2008).

b) Voz, Hábitos Vocais e Aquecimento

Para enfrentar altas demandas vocais, aquecer a voz é imprescindível. O aquecimento vocal objetiva o preparo da musculatura para ajustar e potencializar a atividade fonatória, evitando, assim, o esforço e a sobrecarga muscular, prevenindo as lesões e a fadiga vocal (PINHO, 2007).

O aquecimento vocal, para os profissionais da voz, tem inspiração no aquecimento realizado por esportistas, com vistas ao alongamento muscular. De acordo com Weineck (2003), tem como objetivo atingir estados físico e psíquico ideais para preparação cinética e coordenativa na prevenção de lesões.

No aparelho fonador, a musculatura intrínseca da laringe é composta por músculos adutores, abdutores e tensores da prega vocal. Os músculos adutores são formados predominantemente por fibras brancas, e apresentam como característica a contração rápida e alta fatigabilidade. Já os demais músculos (abdutores e tensores) apresentam predomínio de fibras vermelhas e têm como características resistência muscular e contração lenta, ou seja, suportam demandas de atividade prolongadas, sem esboçar sinais de fadiga muscular (BEHLAU; AZEVEDO; MADAZIO, 2001; PINHO; PONTES, 2008; PINHO; KORN; PONTES, 2014).

O trato vocal supralaríngeo também apresenta especificidades, em termos musculares. Compreende, fisiologicamente, cavidades faríngea, bucal e nasal, constituindo o sistema ressonantal da voz. Sanders *et al.* (2013) pesquisaram a tipologia de fibras musculares da língua, um dos principais órgãos articuladores do trato vocal, e constataram que o músculo inferior longitudinal, o transverso e o vertical foram os que, em termos percentuais, apresentam mais fibras lentas e resistentes à fadiga.

A disfonia é definida como alteração na produção da voz, e é um dos principais sintomas nos distúrbios da comunicação oral. Para um profissional da voz, configura-se como a dificuldade, ou, muitas vezes, a impossibilidade de desempenhar sua atividade profissional. No mundo contemporâneo, em que o estresse é considerado como a doença do século, a voz é produzida, na forma de hiperfunção dos músculos laríngeos intrínsecos e extrínsecos, geralmente associada à grande demanda vocal, ainda intensificada pela falta de preparo vocal.

c) Dermatoglia e Impressão Digital

A dermatoglia é um método de identificação das características da impressão digital, sendo considerada como um marcador genético, de amplo espectro, utilizada em associação com as qualidades físicas e com indivíduos apresentando aptidão tanto aeróbica como anaeróbica. Desta forma, o modelo de impressões digitais conduz a escolher-se, mais adequadamente, a especialização motora, com a perspectiva de otimização quanto ao talento individual (BEIGUELMAN, 1994; FERNANDES FILHO, 1997; FERNANDES FILHO; ROQUETTI FERNANDES, 2004).

A impressão digital é observada desde o nascimento e praticamente imutável durante a vida. De acordo com Fernandes Filho (1997), o empoderamento do conhecimento prévio das capacidades e tendências genéticas, aliada à contribuição fenotípica, prestaria ajuda, tanto na determinação do talento motor, quanto no seu desenvolvimento, facilitando o direcionamento do indivíduo/atleta. A observação e determinação de parâmetros ideais não devem ser encaradas como um estereótipo de exclusão por meio de um perfil de características comuns; constitui-se, ao contrário, na premência em atender à necessidade de cada exigência motora, com suas particularidades.

As impressões digitais são compreendidas por representações epidérmicas das características genéticas, associadas às qualidades físicas e à tipologia de fibras musculares. Tornou-se uma ferramenta para identificação de diferentes padrões dérmicos na área da saúde e da Educação Física. O termo dermatóglifo foi proposto pelos pesquisadores Cummins e Midlo (1926), para designar as cristas epidérmicas que se organizam em linhas e sulcos. Formam desenhos nos dedos, na palma das mãos e na planta dos pés, revestidos

por pele diferente daquela que reveste as demais partes do corpo (CUMMINS; MIDLO, 1961; ABRAMOVA; NIKITINA; CHAFRANOVA, 1995; BEIGUELMAN, 1995).

A primeira referência científica sobre dermatoglia data do século XVII e estava ligada à pesquisa anatômica das cristas da epiderme. Foi o anatomista inglês Grew, que em 1685 estudou as cristas cutâneas e Midlo, em seu livro publicado sobre anatomia humana, incluiu o desenho e a descrição das cristas da pele do polegar. As linhas dermopapilares representam as cristas epidérmicas que congregam as aberturas das glândulas sudoríparas. Purkinje, em 1823, foi pioneiro ao fazer análise sistemática dos padrões constituídos pelas cristas epidérmicas nos dedos. Entretanto, Galton, no fim do século XIX, criou uma classificação para as impressões digitais e seu uso voltado para identificação policial (CUMMINS; MIDLO, 1961; GLADKOVA, 1966; FERNANDES FILHO, 1997).

De forma detalhada, o desenho da impressão digital corresponde à formação de cristas e aos sulcos localizados na derme, representando a polpa digital. Portanto, a impressão digital é a reprodução do desenho em qualquer superfície, formada por cristas pretas e sulcos brancos, poros sudoríparos, deltas (triângulos formados pelas cristas), pontos característicos ou minúcias, que são acidentes nas cristas papilares, e linhas brancas albedactiloscópicas, que são interrupções de duas ou mais cristas, não correspondendo aos sulcos e não sendo usadas para fins de identificação, porque não são perenes. As impressões digitais são determinadas hereditariamente, com multiformidade estrutural, sendo diferenciadas filogenética e antropogeneticamente para execução de tarefas mecânicas e táteis, e por esse motivo são definidas como marcas genéticas universais (FERNANDES FILHO, 1997; LEMOS; LEMOS; ALMEIDA, 2013).

A primeira metade do século XX tornou-se marcante para os estudos dermatoglíficos. Foram empreendidas várias pesquisas, como as de Cummins, relativas aos fatores que condicionam o desenvolvimento e a direção das cristas da pele. Em seguida, Bonevie, professora da Universidade de Oslo, estudou o desenvolvimento embrionário dos desenhos digitais em relação à hereditariedade. Ainda naquela época, outros trabalhos foram dedicados ao caráter hereditário do relevo da pele; dermatoglia em gêmeos e relação entre os desenhos nos dedos e na palma das mãos, que apresenta um significado peculiar para pesquisas étnicas do relevo da pele e estudo de caráter hereditário no homem (GLADKOVA, 1966; FERNANDES FILHO, 1997).

Tanto a epiderme, quanto o sistema nervoso central têm origem no mesmo folheto embrionário: o ectoderma. Entre a quinta e a sexta semanas de vida intrauterina, a futura mão torna-se evidente como uma espécie de lâmina plana. Por volta da sétima semana, dedos rudimentares começam a se formar. Já na oitava semana de vida intrauterina, visualizam-se abaulamentos ou “almofadas” digitais, palmares ou plantares, que mais tarde darão origem a polpa dos dedos, de extrema importância na ontogênese dos dermatóglifos. Este processo morfogênico, que dura cerca de 17 semanas, pode ser alterado, tanto por fatores genéticos, quanto por fatores ambientais, podendo atrasar o crescimento do próprio feto. Tal atraso pode causar impacto na altura e na simetria da polpa dos dedos, modificando sua morfologia, seu tamanho e número de linhas dermopapilares que aparecerão posteriormente, por volta da vigésima primeira semana. Essas linhas aparecem inicialmente na ponta dos dedos, mais tarde na palma das mãos e, finalmente, na sola dos pés (MULVIHILL; SMITH, 1969; OKAJIMA, 1975; SALGADO, 1986; VINITZCA, 2005).

Para fins de análise do perfil dermatoglífico, a coleta da impressão digital pode ser feita de forma manual ou digital. A coleta manual é feita por meio de um papel e uma almofada próprios para impressão digital. Utiliza-se a almofada para sujar todos os dedos,

nas falanges distais, e devem ser cobertas com tinta de lado a lado, até a altura das unhas. Em seguida, os dedos devem ser impressos no papel com o cuidado para não borrar a impressão. Já a coleta digital, inserida no meio científico há relativamente pouco tempo, pode ser utilizada por meio de *scanner*, onde o dedo é pressionado e sua impressão é armazenada. Em seguida, independente do tipo de coleta selecionado, há o processamento de sua leitura e interpretação (CUMMINS; MIDLO, 1961; FERNANDES FILHO, 1997).

Neste processo, são apresentados três desenhos (Figuras 1 a 3):

- Arco (A) – desenho caracterizado pela ausência de deltas. Está relacionado com indivíduos com muita força muscular (Figura 1).

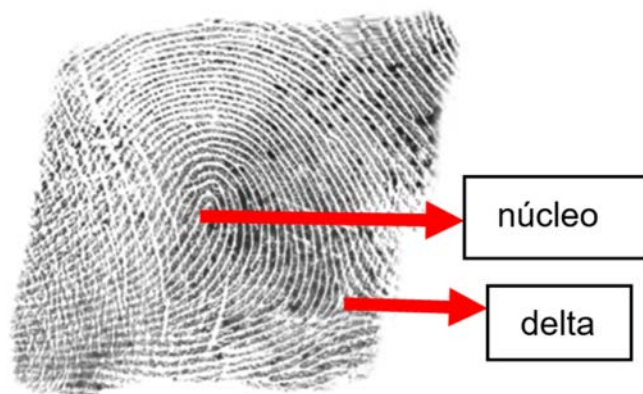
Figura 1. Impressão digital com Arco, desenho sem núcleo e sem delta.



(Fonte: próprio autor)

- Presilha (L) – desenho que possui um delta e representa sujeitos com velocidade e explosão (Figura 2).

Figura 2. Impressão digital com Presilha, apresentando um núcleo e um delta.



(Fonte: próprio autor)

- Verticilo (W) – desenho que possui dois deltas; indivíduo que apresenta habilidade tanto na resistência quanto na coordenação motora (Figura 3).

Figura 3. Impressão digital com Verticilo, apresentando um núcleo e dois deltas.



(Fonte: próprio autor)

De acordo com o protocolo de Cummins e Midlo (1961), o pesquisador deve, inicialmente, identificar quais os desenhos existentes nos dez dedos das mãos (Arco, Presilha ou Verticilo). Na sequência, realiza-se a contagem das linhas que há em cada desenho (ou não, como no caso do Arco, em que não há linhas nem deltas), identificada como SCTL (somatório da quantidade total de linhas), a quantidade total de Deltas (D10).

Após a coleta e a interpretação dos desenhos das impressões digitais, inicia-se a análise dermatoglífica, correlacionando os desenhos às qualidades físicas e aos tipos de fibra muscular. Habilidades como a resistência e a coordenação motora (perfil aeróbico) estão relacionadas ao predomínio das fibras musculares vermelhas; já as fibras brancas (perfil anaeróbico) estão ligadas à velocidade na contração muscular. O baixo índice de D10, o aumento da parcela de desenhos como arco e presilha, a diminuição da parcela do desenho verticilo e o aumento do SCTL são compatíveis com tempo curto de realização de movimento. Já alto nível de D10, ausência do desenho arco, aumento do desenho verticilo e alto índice do SCTL caracterizam habilidades como a resistência e coordenação motora. A quantidade de linhas conjuga-se com o aumento da porcentagem de incidência do desenho verticilo, com a redução de porcentagem de incidência do desenho presilha e com a ausência de arco. As impressões digitais, como marcas genéticas, parecem funcionar à semelhança de indicadores dos principais parâmetros de dotes e de talentos motores. Elas parecem diferenciar não só as qualidades físicas potencializadas, como também a prescrição correta do treino (CUMMINS; MIDLO, 1961; FERNANDES FILHO, 1997).

A dermatoglifia pode estar associada ao polimorfismo *R577X* do gene *ACTN3*, tanto para o perfil de potência muscular anaeróbica quanto para o genótipo mutante *XX*. No músculo esquelético, a actina é uma proteína pertencente ao componente contrátil e é através de sua interação com a miosina que ocorre o encurtamento dos sarcômeros, na contração muscular. O gene *ACTN* codifica uma proteína presente nas fibras musculares

do tipo II, de contração rápida, chamada ACTN3. Estudos revelam que a utilização de ambos os métodos, dermatoglífico e da proteína ACTN3, se potencializam na avaliação das qualidades físicas (MONTENEGRO *et al.*, 2013).

Quanto às áreas de aplicabilidade da dermatoglifia, figura a criminalística, na identificação de sujeitos; a esfera esportiva, apontando talentos no esporte e a médica, auxiliando no diagnóstico de síndromes genéticas. Quanto a essa última esfera, há meio século pesquisa-se a combinação de índices dermatoglíficos, associados às diversas síndromes. A genética auxilia na descrição da associação de anomalias congênitas determinadas por alterações cromossômicas, possivelmente observadas nas Síndromes de *Down*, de Turner e de Sotos, entre outras, com padrões dermopapilares discrepantes, e que constituem subsídio para o diagnóstico clínico (PONS, 1959; RAPHAEL; RAPHAEL, 1962; HIRSCH, 1965; ALTER, 1967; REED, 1981; BARKLEY, 2002; LEMOS; LEMOS; ALMEIDA, 2013; MAGACHO COELHO, 2015). Foram relatadas, ainda, por Priest e Robinson (1967), alterações dermatoglíficas importantes no feto quando a gestante é contaminada pela rubéola; em distúrbios oriundos de fatores como, a esquizofrenia, a debilidade mental e a epilepsia. Os achados dermatoglíficos também têm sido utilizados para indicar possível Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade - TDAH (LEMOS; LEMOS; ALMEIDA, 2013).

Diante do que foi exposto sobre a aplicabilidade do método dermatoglífico, bem como sua importância na saúde e no esporte, a dermatoglifia aponta para a tendência genética do indivíduo, e parece contribuir para a potencialização de um talento muscular, podendo ser utilizado, neste caso para a Fonoaudiologia, na orientação e prescrição de exercícios para promoção da saúde vocal.

A fim de ilustrar uma potencial colaboração da dermatoglifia para a avaliação vocal, foi selecionado um relato de caso, a respeito de uma profissional da voz, disfônica, em que é apresentada a prescrição de exercício vocal, baseada na análise da sua habilidade muscular. Tal estudo foi aprovado no Comitê de Ética e Pesquisa, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP, sob o número 1.398.242.

Relato de Caso

M.S., 35 anos, procurou o serviço de Fonoaudiologia, apresentando laudo laringológico de nódulos vocais bilaterais com fenda em ampulheta à fonação. É professora do segmento da Educação Infantil há 10 anos, com carga horária de trabalho de 20 horas semanais, além de ministrar aula na Escola Bíblica Dominical de sua igreja, aos domingos. No momento deste estudo, foi aprovada em concurso para a Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, e aguarda a convocação para perícia médica.

Após gravação da voz, foi efetuada avaliação perceptiva, por meio do roteiro VPAS-PB (CAMARGO; MADUREIRA, 2008), apresentada a três juízes experientes no julgamento de qualidade vocal com base fonética: dois fonoaudiólogos e um foneticista. Para a gravação da voz, foi utilizado o microfone Tascam, modelo *im2* e adaptador de *interface* de áudio Tascam *iXZ* acoplado ao *iPad 2*.

Obtivemos o seguinte resultado: tendências de ajustes de qualidade vocal de abertura mandibular, de grau 1, hiperfunção laríngea, graus 1 a 2, voz áspera, de grau 2, associada à escape de ar.

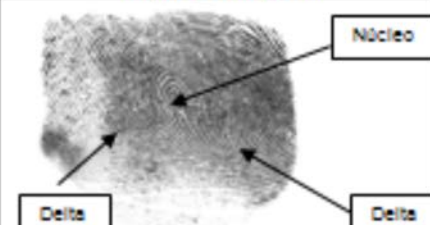
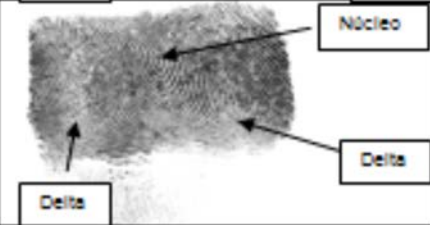
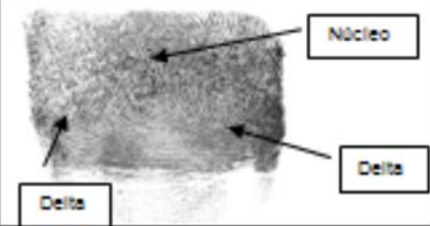
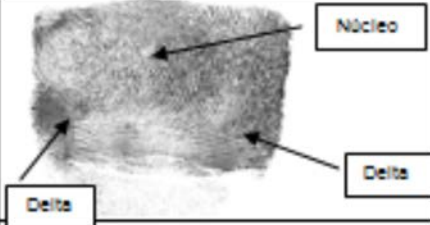
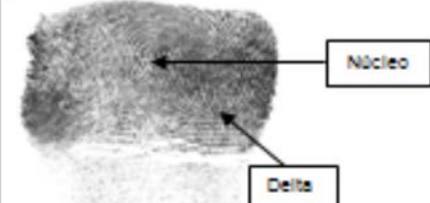
Diante desses resultados, e levando em conta o exame laringológico, os objetivos terapêuticos estabelecidos foram o de eliminação da tensão muscular e reabsorção dos nódulos vocais.

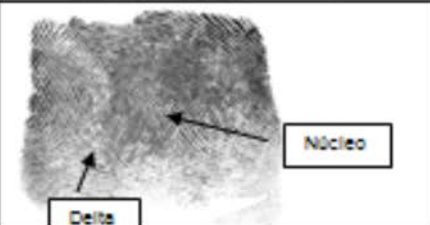
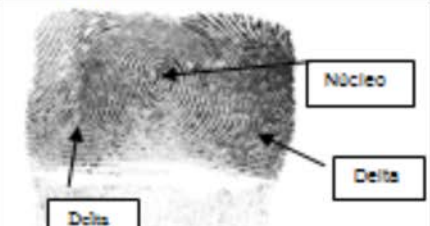
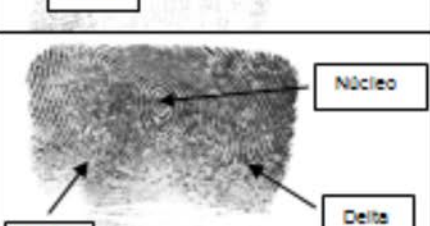
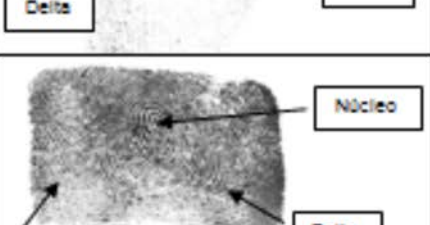
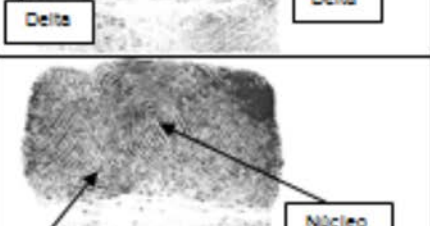
Quanto à análise dermatoglífica, foi utilizado o protocolo de Cummins e Midlo (1961), além do *scanner Crossmatch Technologies*, modelo *Verifier 320LC*, acoplado ao *notebook LENOVO X200*, com *Windows 7*, para a coleta das impressões digitais. Os resultados da análise dermatoglífica foram:

- predomínio de Verticilo (7W, 3L e 0A = W>L);
- SCTL = 306 linhas;
- D10 = 17.

M.S. possui perfil dermatoglífico com potencial para resistência muscular e coordenação motora, devido ao alto número de verticilos, com grande quantidade de linhas e deltas, como demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1. Impressão digital dos dedos das mãos; ME 1-5=Mão esquerda, do 1º ao 5º dedo; MD 1-5=Mão Direita, do 1º ao 5º dedo.

Dedos das mãos	Impressão digital	Desenho da digital
ME1		Verticilo
ME2		Verticilo
ME3		Verticilo
ME4		Verticilo
ME5		Presilha

MD1		Presilha
MD2		Verticilo
MD3		Verticilo
MD4		Verticilo
MD5		Presilha

(Fonte: próprio autor)

Possíveis achados da inter-relação entre qualidade vocal e da dermatoglfia para prescrição de exercício vocal

Diante dos resultados de avaliação da qualidade vocal de M.S. (especialmente ajustes de voz áspera associada ao escape de ar), somados à presença de nódulos vocais, pode-se inferir que a professora não explora suas habilidades musculares, que são a resistência muscular e a coordenação motora (graças à grande quantidade de verticilos, linhas e deltas identificadas na análise dermatoglífica). Diante de um quadro de disфонia hipercinética, para esta professora em particular, tarefas que exijam resistência (potencial

muscular que M.S. apresenta), como as isométricas, parecem ser a escolha de eleição. Isso porque uma vez que o exercício muscular, com isometria, garante resistência sem movimento, em que o indivíduo deve contrair o músculo e manter a contração, promoverá o fortalecimento da musculatura. Esse ajuste parece favorável à reabsorção de nódulos vocais, com concomitante diminuição do esforço vocal e dos mecanismos de hiperfunção.

Um exemplo de exercício isométrico é o de sucção retida do ar, ou espaguete retido (PINHO; KORN; PONTES, 2014). Com ele, o indivíduo pratica uma série de 10 sucções prolongadas, com a laringe baixa desde o início do exercício, por aproximadamente 10 segundos em cada sucção. A manutenção de laringe em posição mais baixa favorece a diminuição da tendência de hiperfunção laríngea, justamente pela diminuição da força adutora. Exercícios respiratórios de sustentação dos intercostais, que foram propostos por Pinho (2001), promovendo tempo de pausa, além de exercícios de sustentação tonal, nota a nota, também seriam exemplos de contração muscular isométrica.

Se a paciente em questão apresentasse outra habilidade muscular, como por exemplo, velocidade de contração, a escolha das técnicas passaria pela isotonia, em que o indivíduo consegue contração muscular dinâmica, apresentando alteração do comprimento do músculo e, conseqüentemente, de curta duração. Nesse caso, o exemplo que ilustra essa natureza de exercício seria a sucção do ar, ou espaguete simples, constituída de três séries curtas de 10 sucções vigorosas, com intervalo de um minuto entre as séries, como propõem Pinho, Korn e Pontes (2014).

Considerações Finais

A dermatoglifia parece representar uma ferramenta com potencial contribuição à Fonoaudiologia e, especialmente, à especialidade de voz. Aliada à avaliação perceptiva da qualidade vocal, pode colaborar para a eleição de técnicas vocais. A partir do momento em que o terapeuta identifica a habilidade muscular do seu paciente, pode, potencialmente, eleger estratégias vocais específicas para aquele indivíduo, tornando a fonoterapia mais eficaz.

Referências

- ABRAMOVA, T.F.; NIKITINA, T. M.; CHAFRANOVA, E. I. *Dermatoglyphic prints: Brands genetic selection in the types of sport. News in the preparation of athletes in cyclic sports.* In: **Collection of scientific articles.** Volgograd, 1995. p.86-91.
- ALTER, M. ***Dermatoglyphic analysis as diagnostic tool.*** Medicine. 1967, v.46, n.1, p. 35-46.
- BARKLEY, R. **Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH): guia completo e autorizado para pais, professores e profissionais da saúde.** Porto Alegre: Artmed, 2002.
- BEHLAU, M.; AZEVEDO, R.; MADAZIO, G. Anatomia da laringe e fisiologia da produção vocal. In: BEHLAU, M. (Org.) **Voz: o livro do especialista.** Vol.1. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p.1-52.
- BEIGUELMAN, B. **Dinâmica dos genes nas famílias e nas populações.** Sociedade Brasileira de Genética, 1994.
- CAMARGO, Z. **Análise da qualidade vocal de um grupo de indivíduos disfônicos: uma abordagem interpretativa e integrada de dados de natureza acústica, perceptiva e eletroglotográfica.** 2002. 282f Tese (Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem) - Faculdade de Filosofia, Comunicação, Letras e Artes da PUC-SP. São Paulo,2002.
- CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S. Avaliação vocal sob a perspectiva fonética: investigação preliminar. **Distúrbios da Comunicação.** v.20; n.1. p.77-96, 2008.
- CUMMINS, H. MIDLO, C. **Finger prints, palms and soles: an introduction to dermatoglyphics.** 2ed.New York: Dover, 1961.
- CUMMINS, H.; MIDLO, C. Palmar and plantar epidermal ridge configurations (dermatoglyphics) in European Americans. **American journal of physical anthropology,** v. 9, n. 4, p. 471-502, 1926.
- FERNANDES FILHO J. **Impressões dermatoglíficas - marcas genéticas na seleção dos tipos de esporte e lutas.** 1997. 225f Tese (Doutorado em Educação Física) - Instituto de Investigação Científica de Cultura Física e Esportes da Rússia, Moscou,1997.
- GLADKOVA, T. D. **Desenhos das mãos e dos pés dos homens e dos macacos.** Moscou, Ciência, 1966.
- HIRSCH, W. *Finger, hand and foot prints in phenylketonuria as compared with other normal and abnormal populations.* **Human genetik,** v.1, n.3, p.246-252, 1965.
- LAVIER, J. **Phonetic description of voice quality.** Cambridge: Cambridge University Press; 1980.
- _____. *Phonetic evaluation of voice quality.* In: Kent, R.D.; BALL, M.J. **Voice quality measurement.** San Diego: Singular Thomson Learning, 2000. p.37-48.
- LEMOS, H. D; LEMOS, J. C. C.; ALMEIDA, R. R. Uso da visão computacional para reconhecimento de padrões dermatoglíficos na identificação de crianças com possíveis distúrbios de aprendizagem. **Revista Cereus,** v.5, n.3, p.35-39, set-dez. 2013.
- MAGACHO COELHO, C. Distúrbios da comunicação em síndromes genéticas: um estudo de revisão sobre possíveis contribuições da dermatoglifia. **Revista Intercâmbio,** v.31, p.20-37, 2015.
- MONTENEGRO, R. C.; *et al.* Desempenho anaeróbico e ACTN3 em crianças. **Motricidade,** v. 9, n. 4, p. 47-53, 2013.

MULVIHILL, J. J.; SMITH, D.W. *The genesis of dermatoglyphics*. **The Journal of pediatrics**, v.75, n.4, p.579-589, 1969.

OKAJIMA, M. *Development of dermal ridges in the fetus*. **Journal of Medical Genetics**. v.12, n.3, p.243-250, 1975.

PINHO, S. M. R. **Tópicos em voz**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

PINHO, S.; KORN, G. P.; PONTES, P. **Músculos intrínsecos da laringe e dinâmica vocal**. 2ª.ed. vol.1. Rio de Janeiro: Revinter, 2014.

PINHO, S.; PONTES, P. **Músculos intrínsecos da laringe e dinâmica vocal**. Vol.1. Rio de Janeiro: Revinter, 2008.

_____. **Manual de higiene vocal para profissionais da voz**. 4ed. Barueri: Pró-Fono, 2007.

PONS, J. *Relaciones entre esquizofrenia y líneas dermopapilares*. **Genética Ibérica**, v.11, p.1-22, 1959.

PRIEST, J. H; ROBINSON, A. *Dermatoglyphics in Down's syndrome and congenital rubella*. **The Lancet**, v. 289, n. 7491, p. 683, 1967.

RAPHAEL, T.; RAPHAEL L. G. *Fingerprints in schizophrenia*. **The Journal of the American medical Association**, v.180, n.3, p. 215-219, 1962.

REED, T. *Dermatoglyphics in medicine: problems and use in suspected chromosome abnormalities*. **American journal of medical genetics** v.8, n.4, p. 411-429, 1981.

SALGADO, M. A. C. **Análise quantitativa dos dermatóglifos nas cardiopatias congênitas**. 1986. 128f. Dissertação. (Mestrado em Biologia e Patologia Buco-Dental) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1986.

SANDERS et al. The human tongue slows down to speak: muscle fibers of the human tongue. **The Anatomical Record**, v. 296, n. 10, p. 1615-1627, 2013.

SINGH, S. Dermatoglyphics in schizophrenia. **Human Heredity**, v. 17, n. 4, p. 348-356, 1967.

VINITZCA, N. **La relación de la huella dactilar com la Esquizofrenia**. Faculdade de Psicologia. Universidade de Belgrano. 2005.

WEINECK, J. **Treinamento Ideal**. 9ed. São Paulo: Manole, 2003.

Pesquisa de doutorado em desenvolvimento no Programa de Estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, sob a orientação da Profa. Dra. Zuleica Camargo, com auxílio do CAPES.

ANEXO 1

MATERIAL INSTRUTIVO PARA USO DO ROTEIRO *VOCAL PROFILE ANALYSIS SCHEME* PARA O PORTUGUÊS BRASILEIRO (VPAS-PB)

Zuleica Camargo
Sandra Madureira

Resumo

O material instrutivo apresentado sobre o roteiro VPAS-PB refere-se a projeto de pesquisa intitulado “Avaliação da qualidade vocal com motivação fonética: proposta de adaptação do roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme* (VPAS) e sistematização de material instrutivo para o português brasileiro” desenvolvido no Laboratório Integrado de Análise Acústica e Cognição durante o ano de 2007 por Zuleica Camargo, sob a supervisão da Profa. Dra. Sandra Madureira, cuja publicação resultante refere-se ao trabalho científico apresentado no evento *Fourth Conference on Speech Prosody – 2008* (Campinas, São Paulo):

Voice quality analysis from a phonetic perspective: Vocal Profile Analysis Scheme (VPAS) Profile for Brazilian Portuguese

Abstract

The present study aimed at presenting the instructional material developed in the Brazilian Portuguese context to apply the Voice Profile Analysis Scheme-VPAS (PB-VPAS) for the perceptual evaluation of voice quality and at reporting preliminary data analyzed from a group of six judges who attended a workshop on VPAS. The adaptation of the VPAS into Brazilian Portuguese was accomplished and the corpus to be used in the training of judges was built up. Furthermore, the voice quality database necessary for the application of the protocol was recorded, evaluated by two expertise subjects and integrated into the instructive material of the PB-VPAS. Preliminary data from six judges (linguists and speech therapists) who attended a PB-VPAS workshop using the material described (in 2 stages: before and after a 20-hour workshop on VPAS) are presented. The relevance of the application of PB-VPAS to the analysis of voice disorders and expressiveness uses of voice quality is pointed out.

Figura 1 - Vocal Profile Analysis Scheme – VPAS-PB (Camargo, Madureira, 2008) ou Roteiro de avaliação da qualidade vocal com motivação fonética (revisado a partir de Camargo, 2002 e Laver; Mackenzie-Beck, 2007)

QUALIDADE VOCAL	PRIMEIRA PASSADA		SEGUNDA PASSADA						
	Neutro	Não neutro	AJUSTE	Moderado			Extremo		
				1	2	3	4	5	6
A. ELEMENTOS DO TRATO VOCAL									
1. Lábios			Arredondados/protraídos						
			Estirados						
			Labiodentalização						
			Extensão diminuída						
			Extensão aumentada						
2. Mandíbula			Fechada						
			Aberta						
			Protraída						
			Extensão diminuída						
			Extensão aumentada						
3. Língua ponta/lâmina			Avançada						
			Recuada						
4. Corpo de língua			Avançado						
			Recuado						
			Elevado						
			Abaixado						
			Extensão diminuída						
5. Faringe			Constricção						
			Expansão						
6. Velofaringe			Escape nasal audível						
			Nasal						
			Denasal						
7. Altura de laringe			Elevada						
			Abaixada						
B. TENSÃO MUSCULAR GERAL									
8. Tensão do trato vocal			Hiperfunção						
			Hipofunção						
9. Tensão laríngea			Hiperfunção						
			Hipofunção						
C. ELEMENTOS FONATÓRIOS									
	AJUSTE	Presente		Graus de escala					
		Neutro	Não Neutro	Moderado			Extremo		
				1	2	3	4	5	6
10. Modo de fonação	Modal								
	Falsete								
	Creptância/ <i>vocal fry</i>								
	Voz crepitante								
11. Fricção laríngea	Escape de ar								
	Voz soprosa								
12. Irregularidade laríngea	Voz áspera								

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

DINÂMICA VOCAL		Neutro	AJUSTE	Moderado			Extremo		
				1	2	3	4	5	6
D. ELEMENTOS PROSÓDICOS									
13. Pitch (f0)	Habitual		Elevado						
			Abaixado						
	Extensão		Diminuída						
			Aumentada						
	Variabilidade		Diminuída						
			Aumentada						
14. Loudness (intensidade)	Habitual		Aumentado						
			Diminuído						
	Extensão		Diminuída						
			Aumentada						
	Variabilidade		Diminuída						
			Aumentada						
15. Tempo									
Continuidade			Interrompida						
Taxa de elocução			Rápida						
			Lenta						
16. OUTROS ELEMENTOS									
Suporte respiratório			Adequado						
			Inadequado						

Material instrutivo para uso do Roteiro *Vocal Profile Analysis Scheme* para o Português Brasileiro (VPS-PB)

O material apresentado a seguir (Figuras 2 e 3) congrega as bases para a avaliação da qualidade vocal com motivação fonética, a partir do modelo proposto por Laver (1980).

Grupo de ajustes de qualidade vocal e subcategorias	Ajuste <u>neutro</u> correspondente	Especificação do ajuste	Segmentos chave para a detecção	Indicativos de graduação da manifestação do ajuste (tendências de longo termo)	Pistas para reconhecimento	Sugestões para a reprodução do ajuste
Ajustes do trato vocal / lábios	Postura semelhante à vogal neutra – <i>schwa</i> [ə]	Arredondados/protraídos	-Consoante [s] -Vogais não arredondadas [i] [e] [ɛ]	-1-3: arredondamento aberto 3: semelhante a [ɔ] -4-6: arredondamento fechado 4- semelhante a [o] -6: semelhante a [u]	-“pitch” grave (alongamento do trato vocal)	-produzir vogais não arredondadas como arredondadas
		Estirados	-Consoante [s] -Vogais arredondadas [u] [o] [ɔ] e não arredondada[a]	-4: semelhante a [e] -6: semelhante a [i]	-“pitch” agudo (encurtamento do trato vocal)	-produzir vogais arredondadas como não arredondadas
		Labiodentalização	- Consoantes bilabiais [p] [b] [m] -Vogais arredondadas [u] [o] [ɔ]	-1-3: no início e final de sons bilabiais -6: todas as consoantes bilabiais [p], [b] e [m] produzidas como labiodentais		-lábio inferior retraído em direção aos dentes superiores
Amplitude de articulação		Labial	Observar diferenças entre os sons mais arredondados e mais estirados, especialmente nos ditongos			
Ajustes do trato vocal / mandíbula	Pequeno espaço vertical entre incisivos superiores e inferiores No plano horizontal:	Fechada	- vogais abertas e semi-abertas [a] [ɛ] [ɔ]	- 1/3: sem espaço vertical entre dentes incisivos superiores e inferiores -4/5: dentes quase		-produzir vogais abertas como fechadas

	Incisivos inferiores atrás dos superiores			apertados -6: dentes firmemente apertados		
		Aberta	-vogais fechadas e semi-fechadas [i] [u] [e] [o]	-4: permite que se veja a superfície superior da língua -6: máxima abertura da mandíbula		-produzir vogais fechadas como abertas
		Protraída	-Consoantes [s] [ʃ] [t] [d] (pode haver compensação com retroflexão de língua)	-1/3: incisivos superiores e inferiores aproximados -4: dentes incisivos inferiores anteriores aos superiores -6: dentes incisivos superiores à frente do lábio superior	Associado com mudança na relação horizontal entre dentes incisivos superiores e inferiores e entre língua e soalho de boca	- produzir os segmentos chave com avanço da mandíbula
Ajustes do trato vocal / ponta de língua	Produção de sons consonantais classificados como dentoalveolares/alveolares na região alveolar [t] [d][n][s][z] [l][r]	Avançada	-Consoantes [t][d][n] [s][z] [l][r]	-1: ponta/ lâmina da língua começa a fazer contato com os dentes -4: contato total com os dentes -5: articulação interdental -6: articulação interdental máxima	Postura de longo termo semelhante a consoantes [t] [d] e em menor escala [n] [l]	- produzir os segmentos chave com projeção anterior da ponta da língua
		Recuada		-3: ponto de articulação pós-alveolar -4: língua retrai-se no sentido de postura de retroflexão -6: articulação retroflexa máxima		- produzir os sons da fala com retração da ponta da língua
Ajustes do trato vocal / corpo de língua	Postura semelhante à vogal neutra –schwa[ə]	Avançado	-Vogais posteriores [u] [o] [ɔ]	-4: vogais posteriores produzidas como centrais	Abstrair uma postura de vogal em longo termo	Postura semelhante à produção de [ti] [di] [te] [de]

		Recuado	-Vogais anteriores [i] [e] [ɛ]	-4: vogais anteriores produzidas como centrais		- Postura semelhante à produção de [gu] [go] [gɔ]
		Elevado	-Vogal aberta [a]	-4: vogais abertas produzidas com certo grau de fechamento, como as semifechadas [ɛ] e [o]		- Postura semelhante à produção de [gu] [gi]
		Abaixado	Vogais fechadas [i] [u]	-4: vogais fechadas produzidas com certo grau de abertura como as semiabertas [ɛ] e [ɔ]		- Postura semelhante à produção de [ga] [gaw] [gɔ]
Ajustes do trato vocal / faringe		Constricção	Grupo de ajustes em que se tem dificuldade em estabelecer segmentos chave e indicativos de grau da escala para julgamentos		Produzidos por efeito da contração do grupo de músculos constritores da faringe. Não se refere aos efeitos de ajustes de língua abaixada e posteriorizada, que também diminui a cavidade faríngea	
		Expansão				
Ajustes do trato vocal / velofaríngeos	Ressonância nasal é audível apenas nos segmentos nasais da língua	Nasal	Todos os segmentos orais (vogais e consoantes)	<p>-1/3: nasalidade audível apenas nas vogais abertas</p> <p>-4: nasalidade audível na maioria das vogais</p> <p>-5: nasalidade audível em todas as vogais + algumas consoantes</p> <p>-6: nasalidade audível em todas as aproximantes sonoras e em fricativas</p>		- Produzir os segmentos orais com nasalidade

		Denasal	Todos os segmentos nasais (vogais e consoantes)	-1/3: efeito "obstrução nasal" -4: segmentos consonantais nasais perdem alguma nasalidade -6: todos os segmentos nasais são produzidos como orais		- Produzir os segmentos nasais com pouca ou nenhuma nasalidade
		Escape de ar nasal	Sons que envolvem alta pressão intra-oral (consoantes fricativas e plosivas)	-4: escape de ar nasal (EAN) audível em segmentos ocasionais -5: escape de ar nasal (EAN) audível na maior parte dos segmentos consonantais com alta pressão -6: escape de ar nasal (EAN) audível em toda a fala		- Produzir as consoantes plosivas e fricativas com escape de ar nasal
Ajustes do trato vocal / altura da laringe	Laringe em posição intermediária da sua potencial variação de movimento vertical	elevada	Vogais	Grupo de ajustes em que se tem dificuldade em estabelecer indicativos de grau da escala para julgamentos		Facilitadores: Mandíbula fechada e cabeça para trás
		abaixada	Vogais			Facilitadores: Cabeça abaixada
Ajustes de extensão para lábios, corpo de língua e mandíbula	Extensão de movimento suficiente para manter alto nível de inteligibilidade sem a compensação de outros articuladores	Aumentada	Ditongos	§: o articulador assume o máximo de posição que pode assumir na fala §: o articulador permanece estático na fala	Quando o ajuste de configuração para qualquer categoria é neutro ou não neutro, não há limitação relativa à extensão do grau de movimento que é possível. À medida	Produzir os sons da fala com máxima ou mínima variação da amplitude dos articuladores (lábios e/ou mandíbula e/ou
		Diminuída				

					que o ajuste de configuração toma-se extremo, há aumento das restrições da extensão do ajuste	língua)
Ajustes de tensão muscular geral	Grau moderado de tensão muscular é suficiente para a fala eficiente	Trato vocal-tenso			-nasalidade reduzida -aumento da extensão de lábios, língua e mandíbula -constricção faríngea	- produzir os sons de fala com os ajustes indicados
		Trato vocal-relaxado			-associado a mandíbula aberta -ajuste nasal -diminuição de extensão de lábios, língua e mandíbula	- produzir os sons de fala com os ajustes indicados
		Laringe- hiperfunção			- laringe alta -aumento de <i>loudness</i> - <i>pitch</i> agudo -asperzeza	- produzir os sons de fala com os ajustes indicados
Ajustes fonatórios -voz modal	-vibração de pregas vocais regular e eficiente -sem vibração de pregas vestibulares	Falsete	Todos os segmentos sonoros (vozeados), especialmente as vogais		1-3: intermitente 4-6: presente	-Produção envolve habilidades específicas de pregas vocais nas ações de vibração e fechamento (e suas combinações)
		Crepitância/ <i>vocal fry</i>		Discretos pulsos audíveis	Se ocorrer isoladamente, assinalar apenas na primeira passada a presença Se ocorrer associado a outro ajuste, deve-se graduar	

Figura 3 - Corpus elaborado para avaliação de qualidade vocal por meio do roteiro VPAS–PB

Tarefa de identificação de ajustes da qualidade vocal (motivação fonética)	Estímulos propostos	
Avaliação geral da qualidade vocal	O objeto de estudo da Fonética é essa complexa, variável e poderosa face sonora da linguagem: a fala.	
	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.	
	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.	
Ajustes específicos	Sentença-chave	Segmentos chave
Ajustes fonatórios e de corpo de língua	A Lara guarda figuras de pássaros em uma caixa e suas preferidas são a da arara, da patativa, da garça, do canário e do sabiá amarelo	Vogal baixa central, central com constrição faríngea [a]
	Liliane diverte-se imitando os trinos do periquito, do bicudo, do bem-te-vi e do tico-tico.	Vogal alta anterior [i]
	O garoto tirou muitas fotografias do tucano, da coruja, do pombo e do jaburu.	Vogal alta posterior [u]
Ajustes labiais, de lingual (ponta e corpo) e velofaríngeos (nasal e escape nasal audível)	Soube que a Casa dos Bispos é visitada por turistas todos os dias e que o roteiro de visita dura cerca de duas horas para ser percorrido	Vogais orais, posteriores, média-alta e alta [o] , [u] Consoantes fricativas alveolares [s] [z] Vogais e consoantes orais
	Detesto ir à casa dele, pois fica do outro lado da cidade e o acesso é difícil.	Consoantes fricativas alveolares [s] [z] Vogais e consoantes orais
Ajustes de lingual (ponta e corpo) e velofaríngeo (denasal)	Não mencionei anteriormente, mas minha mãe morou muitos anos em Santos, numa mansão à beira mar.	Vogais e consoantes nasais Consoantes fricativas alveolares [s] [z]

Referências

CAMARGO, Z. A. **Análise da qualidade vocal de um grupo de indivíduos disfônicos**: uma abordagem interpretativa e integrada de dados de natureza acústica, perceptiva e eletroglotográfica. [Tese de doutorado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2002.

CAMARGO, Z.; MADUREIRA, S. Voice quality analysis from a phonetic perspective: Voice Profile Analysis Scheme Profile for Brazilian Portuguese (BP-VPAS), , 2008a, Campinas. **Proceedings Fourth Conference on Speech Prosody**. Campinas: Speech Prosody, 2008, v. 1. p. 57-60.

LAVÉ, J. **The phonetic description of voice quality**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

LAVÉ, J.; MACKENZIE-BECK, J. **Vocal Profile Analysis Scheme – VPAS**. Edinburgh, 2007. [Apostila do Curso do VPAS - Queen Margareth University College – QMUC, Speech Science Research Centre].

Pesquisa de Pós-doutorado desenvolvida no Programa de Estudos Pós-graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, sob a supervisão da Profa. Dra. Sandra Madureira, com auxílio Fapesp.

