

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

Caroline Rodrigues Portalete

**MÉTODOS PERCEPTIVOS E INSTRUMENTAIS NA AVALIAÇÃO DA
DISARTRIA E RESULTADOS DE UMA PROPOSTA DE
INTERVENÇÃO FONOAUDIOLÓGICA COM BIOFEEDBACK
INSTRUMENTAL**

Santa Maria, RS
2022

Caroline Rodrigues Portalete

**MÉTODOS PERCEPTIVOS E INSTRUMENTAIS NA AVALIAÇÃO DA DISARTRIA
E RESULTADOS DE UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO FONOAUDIOLÓGICA
COM BIOFEEDBACK INSTRUMENTAL**

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

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

Santa Maria, RS
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Portalete, Caroline Rodrigues
Métodos Perceptivos e Instrumentais na Avaliação da
Disartria e Resultados de uma Proposta de Intervenção
Fonoaudiológica com Biofeedback Instrumental / Caroline
Rodrigues Portalete.- 2022.
199 p.; 30 cm

Orientadora: Márcia Keske-Soares
Coorientadora: Karina Carlesso Pagliarin
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós
Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, RS, 2022

1. Disartria 2. Avaliação perceptivo-auditiva 3.
Acústica 4. Tratamento 5. Biofeedback I. Keske-Soares,
Márcia II. Carlesso Pagliarin, Karina III. Título.

sistema de geração automática de ficha catalográfica da usm. dados fornecidos pelo autor(a). sob supervisão da direção da divisão de processos técnicos da biblioteca central. bibliotecária responsável paula schoenfeldt patta cma 10/1728.

Declaro, CAROLINE RODRIGUES PORTALETE, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

© 2022

Todos os direitos autorais estão reservados à Caroline Rodrigues Portalete.

A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante citação da fonte. Endereço: Rua Três de Outubro, 641, bairro Centro, Santo Ângelo, RS. CEP 98801-610. Endereço eletrônico: fgacarolineportalete@gmail.com

Caroline Rodrigues Portalete

**MÉTODOS PERCEPTIVOS E INSTRUMENTAIS NA AVALIAÇÃO DA DISARTRIA
E RESULTADOS DE UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO FONOAUDIOLÓGICA
COM BIOFEEDBACK INSTRUMENTAL**

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

Aprovada em 01 de abril de 2022.

Márcia Keske-Soares, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Ana Cristina Côrtes Gama, Dra. (UFMG)

Bárbara Costa Beber, Dra. (UFCSPA)

Karin Zazo Ortiz, Dra. (UNIFESP)

Simone dos Santos Barreto, Dra. (UFF)

Santa Maria, RS
2022

À Cora!

AGRADECIMENTOS

Escrever esta tese de doutorado foi muito mais desafiador do que eu pensava que seria. Fazer uma pesquisa em nível de doutorado não é um sonho que costuma ser sonhado desde criança; é um sonho que surge pelo encantamento com a Ciência e exige muita resiliência. Foi impossível realizar esse sonho sem o apoio de algumas instituições e pessoas. Portanto, meus profundos agradecimentos...

... À UFSM, pelo privilégio de ser aluna desde a graduação, pelo ensino de qualidade e por todas as oportunidades de crescimento pessoal e profissional.

... Ao PPGDCH, pelo empenho na qualificação profissional dos seus alunos e pela oportunidade de realizar o doutorado.

... À CAPES, pela concessão de bolsa de doutorado.

... À minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Márcia Keske-Soares, que acreditou no meu potencial e no meu projeto de pesquisa, que sempre batalhou para adquirir recursos e buscou apoio de muitos especialistas para que realizássemos estudos de alta qualidade. Márcia, foi uma honra ter sido sua orientanda! Obrigada por ter me permitido essa experiência! Obrigada por ter aceitado orientar um estudo em uma área diferente da sua e ter enfrentado comigo todos os desafios que surgiram. Obrigada pelo apoio de sempre, pelas palavras de carinho, de conforto e de incentivo.

... À minha coorientadora Prof^ª. Dr^ª. Karina Carlesso Pagliarin, por ter acreditado em mim desde o mestrado. Sem o seu apoio e a sua confiança no valor deste trabalho, nada disso teria sido possível. Espero ter conseguido corresponder às expectativas e ter honrado a confiança depositada em mim. Sei que o caminho foi tortuoso, mas espero que tenha valido a pena. Obrigada por ter caminhado ao meu lado.

... À banca examinadora composta pelas professoras Dr^ª. Ana Cristina Côrtes Gama, Dr^ª. Simone dos Santos Barreto, Dr^ª. Karin Zazo Ortiz e Dr^ª. Bárbara Costa Beber, pela disponibilidade e contribuições dispensadas a esta tese.

... Ao estatístico Prof. Dr. Denis Altieri de Oliveira Moraes.

... À Prof^ª. Dr^ª. Carla Aparecida Cielo. Obrigada por ter despertado em mim o interesse pelo estudo da Voz, por ter me recebido como voluntária no LabVoz ainda na graduação e me proporcionando o primeiro contato com a carreira científica. Obrigada pelos tantos e tão valiosos ensinamentos. Você é uma inspiração!

... Um agradecimento especial à Prof^ª. Dr^ª. Helena Bolli Mota, que há nove anos confiou a mim o meu primeiro paciente com disartria, seu Dirceu.

... À Dra^a. Luciana da Silva Barberena, por me permitir participar da sua pesquisa de Doutorado e, assim, conhecer o universo das avaliações instrumentais aplicadas ao estudo da fala.

... Ao Laboratório de Fala, principalmente às minhas amigas fonoaudiólogas Letícia Bitencourt Uberti, Marileda Barichello Gubiani, Katiane Machado e Nathália Rieder, que tanto me auxiliaram nas coletas dessa pesquisa e na elaboração de diversos trabalhos científicos. Obrigada pelos momentos de trocas acadêmicas e, principalmente, de amizade. Desejo muito sucesso a vocês!

... Às juízas especialistas, Dr^a. Ana Cristina Côrtes Gama, M^a. Bárbara Lopes, Dr^a. Gabriele Rodrigues Bastilha, Dr^a. Joziane Padilha de Moraes Lima, M^a. Lorena Ramos, Dr^a. Marileda Barichello Gubiani e Dr^a. Simone dos Santos Barreto, por terem analisado com muita competência e profissionalismo os diversos dados dos participantes desta pesquisa.

... Aos juízes não especialistas: minhas amigas, meu companheiro e meus pais, que sempre estiveram disponíveis para ouvir e transcrever muitos (incalculáveis) áudios! Obrigada Ana Lúcia, Bruna, mãe Jacque, pai Valter e meu amor Victor. Penso que agora, após tantas transcrições, vocês foram promovidos a juízes especialistas!

... Aos voluntários desta pesquisa, meus pacientes queridos, que se tornaram meus amigos. Obrigada por terem aceitado participar desta pesquisa e por terem acreditado na minha capacidade de auxiliá-los a se comunicarem melhor.

... Aos meus amados pais Valter e Jacqueline meus maiores exemplos e incentivadores. Obrigada por terem alimentado em mim o gosto pelo estudo!

... Ao meu amor, meu eterno companheiro e meu melhor amigo, Victor! Sem você, eu não teria conseguido! Obrigada por ter enfrentado tudo ao meu lado, por ter me dado tudo o que eu precisei, por ter me dado força, tempo e espaço, e também amor, carinho e cuidado, sempre! Você segurou as pontas, foi meu porto seguro, colocou meus pés no chão e, muitas vezes, meus sonhos à frente dos seus... Obrigada por me amar incondicionalmente! Obrigada por ser o melhor pai do mundo para a nossa filha! Te amo!

... À razão da minha vida, Cora! Obrigada por, mesmo tão pequenina, ser a minha maior companheira! Desejo que tenhamos muitos outros sonhos, meus e seus, para realizarmos, e que eu também possa transmitir a você o gosto pelo estudo, pela Ciência e pelo conhecimento que é capaz de transformar vidas! Te amo!

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.

(Leonardo da Vinci)

RESUMO

MÉTODOS PERCEPTIVOS E INSTRUMENTAIS NA AVALIAÇÃO DA DISARTRIA E RESULTADOS DE UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO FONOAUDIOLÓGICA COM *BIOFEEDBACK* INSTRUMENTAL

AUTORA: Caroline Rodrigues Portalete
ORIENTADORA: Márcia Keske-Soares
COORDINADORA: Karina Carlesso Pagliarin

Introdução: Disartrias são transtornos motores de fala, de ordem neurogênica, que comprometem o controle neuromuscular dos subsistemas da fala. São perceptivamente muito heterogêneas, tornando o diagnóstico e o tratamento complexos. **Objetivos:** comparar os resultados do tempo máximo de fonação de /a/ (TMF/a/), de medidas vocais acústicas de fonte glótica e de avaliações fisiológicas de pacientes disártricos; desenvolver um protocolo de tratamento utilizando instrumentos de *biofeedback* visual para pessoas com diferentes tipos de disartria progressiva; e aplicar e verificar os efeitos desse tratamento nos subsistemas da fala e na inteligibilidade. **Métodos:** No primeiro estudo, treze pacientes foram classificados quanto ao tipo de disartria e divididos de acordo com o perfil funcional, e passaram por avaliação do TMF/a/, análise vocal acústica de fonte glótica, eletroglotografia e nasometria. Os resultados foram comparados entre os grupos por meio dos testes ANOVA e Tukey. No segundo estudo, a elaboração do protocolo consistiu numa abordagem comportamental, multissistêmica e fisiológica fundamentada nos princípios de aprendizagem motora, incluindo a oferta de *biofeedback* visual instrumental, de modo a intervir sequencialmente nos subsistemas da fala geralmente afetados nas disartrias. Os instrumentos selecionados para *biofeedback* visual foram o nasômetro, o eletroglotógrafo e o ultrassom. A aplicação do protocolo consistiu num estudo de caso múltiplo com adultos ou idosos que apresentassem disartria progressiva. Todos foram avaliados quanto à respiração, voz, articulação, inteligibilidade e prosódia antes e ao final do tratamento. **Resultados:** No primeiro estudo verificou-se que a frequência fundamental mais alta apresentou diferença significativa nas médias dos grupos, sendo maior no grupo hiperfuncional. Os TMF/a/ estavam reduzidos, várias medidas acústicas de fonte glótica e as medidas eletroglotográficas se apresentaram alteradas em todos os grupos, sem diferença significativa entre os grupos. Quanto aos resultados da elaboração e aplicação do protocolo de tratamento, observou-se melhora nos TMF, e alguns casos obtiveram valores praticamente normais, com melhora na eficiência glótica. A maioria teve melhora nos parâmetros vocais. Todos melhoraram coordenação, força, velocidade e refinamento do ato motor. Também observou-se melhora da velocidade, ritmo, tremor e diminuição da variedade de parâmetros alterados, bem como da entonação, *pitch*, *loudness* e velocidade. Foram adequadas as pausas para respiração e reduzidos o *monopitch* e a *monoloudness*. Todos obtiveram inteligibilidade acima de 90% tanto na produção de palavras quanto frases, e alguns atingiram 100%. **Conclusão:** Os resultados do primeiro estudo indicam que a redução dos TMF/a/ em todos os perfis funcionais analisados sugere escape aéreo à fonação; o desvio de várias medidas acústicas de fonte glótica e eletroglotográficas em todos os grupos sugere ruído, tremor e instabilidade vocal; e o aumento da frequência fundamental no grupo hiperfuncional reforça a

instabilidade vocal. Apesar das características avaliadas serem esperadas em disártricos, há dificuldade de realizar um diagnóstico diferencial a partir de parâmetros vocais acústicos e fisiológicos. Em relação ao protocolo de tratamento, a significativa melhora da inteligibilidade e dos subsistemas da fala evidencia que o protocolo é eficaz ao tratamento de pessoas com disartria progressiva, capaz de antever à piora e promover maior tempo de comunicação através da fala.

Palavras-chave: Disartria. Avaliação perceptivo-auditiva. Acústica. Tratamento. *Biofeedback*.

ABSTRACT

PERCEPTUAL AND INSTRUMENTAL METHODS IN THE DYSARTHRIA ASSESSMENT AND RESULTS OF A PROPOSAL FOR SPEECH THERAPY INTERVENTION WITH INSTRUMENTAL BIOFEEDBACK

AUTHOR: Caroline Rodrigues Portalete
ADVISOR: Márcia Keske-Soares
COADVISOR: Karina Carlesso Pagliarin

Introduction: Dysarthrias are motor speech disorders, of a neurogenic nature, which compromise the neuromuscular control of speech subsystems. They are perceptually very heterogeneous, making diagnosis and treatment complex. **Objectives:** to compare the results of maximum phonation time of /a/ (MPT/a/), acoustic vocal measurements from glottic source and physiological assessments of dysarthric patients; to develop a treatment protocol using visual biofeedback instruments for people with different types of progressive dysarthria; and to apply and to verify the effects of this treatment on speech subsystems and on intelligibility. **Methods:** In the first study, thirteen patients were classified according to the type of dysarthria and divided according to the functional profile, and underwent assessment of MPT/a/, acoustic vocal analysis of glottal source, electroglottography and nasometry. Results were compared between groups using ANOVA and Tukey tests. In the second study, the elaboration of the protocol consisted of a behavioral, multisystem and physiological approach based on the principles of motor learning, including the provision of instrumental visual biofeedback, in order to sequentially intervene in the speech subsystems usually affected in dysarthrias. The instruments selected for visual biofeedback were the nasometer, the electroglottograph and the ultrasound. The application of the protocol consisted of a multiple case study with adults or elderly people with progressive dysarthria. All were evaluated for breathing, voice, articulation, intelligibility and prosody before and at the end of treatment. **Results:** In the first study, it was found that the highest fundamental frequency showed a significant difference in the means of the groups, being greater in the hyperfunctional group. MPT/a/ were reduced, several acoustic measurements of the glottic source and electroglottographic measurements were altered in all groups, with no significant difference between groups. As for the results of the elaboration and application of the treatment protocol, improvement in MPT was observed, and some accidents obtained practically normal values, with improvement in glottic efficiency. Most had improvement in vocal parameters. All improved coordination, strength, speed and refinement of the motor act. There was also an improvement in speed, rhythm, tremor and a decrease in the variety of altered parameters, as well as in intonation, pitch, loudness and speed. Breathing pauses were adequate and monopitch and monoloudness were reduced. All achieved intelligibility above 90% in both word and sentence production, and some reached 100%. **Conclusion:** The results of the first study indicate that the reduction in MPT/a/ in all the functional profiles analyzed suggests air leakage during phonation; deviation of various glottic and electroglottographic source acoustic measures in all groups suggests noise, tremor, and vocal instability; and the increase in fundamental frequency in the hyperfunctional group reinforces vocal instability. Although the characteristics evaluated are expected in dysarthric patients, it is difficult to make a differential diagnosis based on acoustic and physiological vocal parameters.

Regarding the treatment protocol, the significant improvement in intelligibility and speech subsystems shows that the protocol is effective in the treatment of people with progressive dysarthria, capable of anticipating worsening and promoting longer communication through speech.

Key words: Dysarthria. Auditory-perceptual assessment. Acoustics. Treatment. Biofeedback.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estágios cognitivo-linguísticos da produção motora da fala.....	37
Figura 2 – Modelo computacional DIVA de aquisição e produção da fala	39
Figura 3 – Elevação normal e simétrica do palato mole.....	48
Figura 4 – Sistema articulatorio, fonemas do PB e exemplos de palavras.....	49
Figura 5 – Correlação temporal de sinais vocais e eletroglotográficos	74
Figura 6 – Forma “ideal” de onda glótica (Lx) e representação do ciclo glótico	75
Figura 7 – Parâmetros de variações geométricas da glote	76
Figura 8 – Captura da tela do software Real-Time EGG Analysis gerando Pitch Contour, Quotient Contour e EGG Waveform na emissão sustentada da vogal [a]..	96
Figura 9 – Exemplos esquemáticos da influência do movimento de uma sonda instável sobre artefatos e erros durante o exame ultrassonográfico da língua.....	98
Fluxograma 1 – Estrutura da intervenção fonoaudiológica do PTDis-Bio.....	119

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Nasômetro™ II Modelo 6450 (KayPENTAX Inc.), captura de tela do software <i>Nasometer</i> e <i>headset</i>	922
Fotografia 2 – Ajuste do <i>headset</i> para avaliação nasométrica.....	922
Fotografia 3 – CSL™ Modelo 4500 (KayPENTAX Inc.) e módulo MDVP-A.....	944
Fotografia 4 – <i>Electroglottograph</i> ™ modelo 6103 (KayPENTAX Inc.) e ajuste dos eletrodos no pescoço	955
Fotografia 5 – Participante posicionado em cabine acústica em frente a tela do software AAA e instrumentação com capacete estabilizador de cabeça (<i>Articulate Instruments Ltd.</i>) e microfone com pedestal.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Músculos que controlam o mecanismo velofaríngeo.....	47
Quadro 2 – Composição gestual das consoantes do PB obtidas pela USG	99
Quadro 3 – Especificações técnicas e utilização dos instrumentos de biofeedback visual	112
Quadro 4 – Dados clínicos e sociodemográficos dos participantes	114
Quadro 5 – Estrutura das sessões: pré-prática, prática e retenção	118
Quadro 6 – Dados qualitativos da avaliação perceptivoauditiva do Protocolo de Disartria das bases motoras da fala antes e depois do tratamento fonoaudiológico	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados quantitativos da avaliação perceptivo-auditiva dos subsistemas da fala antes e depois do tratamento fonoaudiológico.....	121
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Termos em Saúde:

AMS	Área Motora Suplementar
AVC	Acidente Vascular Cerebral
BV	<i>Biofeedback</i> Visual
CAL	Músculo Cricoaritenóideo Lateral
CAP	Músculo Cricoaritenóideo Posterior
CT	Músculo Cricotireóideo
DP	Doença de Parkinson
ELA	Esclerose Lateral Amiotrófica
EM	Esclerose Múltipla
EM-RR	Esclerose Múltipla Recorrente-Remitente
EM-SP	Esclerose Múltipla Secundariamente Progressiva
FLP	Fissura Labiopalatina
GRD	Grupo Respiratório Dorsal
GRP	Grupo Respiratório Pontino
GRV	Grupo Respiratório Ventral
LHD	Lesão de Hemisfério Direito
Mm.	Músculos
NLR	Nervo Laríngeo Recorrente
NLS	Nervo Laríngeo Superior
NMI	Neurônio Motor Inferior
NMS	Neurônio Motor Superior
NMSU	Neurônio Motor Superior Unilateral
PC	Paralisia Cerebral
PEH	Paraparesia Espástica Hereditária
PSP	Paralisia Supranuclear Progressiva
PPVV	Pregas Vocais
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
TC	Tumor Cerebral
TCb	Tumor Cerebelar
TCE	Traumatismo Cranioencefálico

Termos em Fonoaudiologia:

AMR	<i>Alternated Motion Rate</i>
CQ	Quociente de Contato
DVF	Disfunção velofaríngea
FAAR	Fonética Acústico-Articulatória
FAR	Fonologia Articulatória
FonGest	Fonologia Gestual
F ₀	Frequência fundamental
GC	Grau de constrição
HTMF	Hierarquia do Tratamento Motor da Fala
IVF	Insuficiência velofaríngea
LSVT®	<i>Lee Silverman Voice Treatment</i>
MVF	Mecanismo velofaríngeo
ND	Neurolinguística Discursiva
OQ	Quociente de Abertura
PB	Português Brasileiro
SMR	<i>Sequenced Motion Rate</i>
TMF	Tempo Máximo de Fonação
TMFs	Transtornos Motores de Fala
VFCA	<i>Vocal Fold Contact Area</i>

Instrumentos de avaliação:

AAA	<i>Articulate Assistant Advanced</i>
CAPE-V	Consenso da Avaliação Perceptivo-Auditiva da Voz
CSL	<i>Computerized Speech Lab</i>
EKG	Eletroglotografia
MDVPA	<i>Multi-Dimensional Voice Parameters Advanced</i>
PAIF	Protocolo de Avaliação da Inteligibilidade da Fala nas Disartrias
PRAIN	Protocolo de Avaliação Instrumental da Fala
USG	Ultrassonografia
VcD	Questionário “Vivendo com Disartria”

Outras:

LabFala	Laboratório de Fala
---------	---------------------

CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CIF	Classificação Internacional da Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
CNS	Cartão Nacional de Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
PTDis-Bio	Protocolo de Tratamento da Disartria com <i>Biofeedback</i>
SAF	Serviço de Atendimento Fonoaudiológico
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	31
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	37
2.1 MECANISMO DA PRODUÇÃO DA FALA E MODELO COMPUTACIONAL DAS INTERAÇÕES SENSÓRIO-MOTORAS DA PRODUÇÃO DA FALA.....	37
2.2 NEUROFISIOLOGIA MÚSCULO-ESQUELÉTICA DA PRODUÇÃO ARTICULATÓRIA DOS SONS E ASPECTOS ANATOMOFISIOLÓGICOS DOS SUBSISTEMAS DA PRODUÇÃO DA FALA	41
2.2.1 Respiração	43
2.2.2 Fonação.....	45
2.2.3 Ressonância	46
2.2.4 Articulação.....	49
2.2.5 Prosódia: um aspecto suprasegmental e motor da fala	51
2.3 DISARTRIAS: VERSATILIDADE NEUROLÓGICA E DIVERSIDADE DE PARÂMETROS.....	54
2.3.1 Disartria flácida	58
2.3.2 Disartria espástica	59
2.3.3 Disartria do neurônio motor superior unilateral.....	62
2.3.4 Disartria hiperkinética.....	63
2.3.5 Disartria hipocinética.....	64
2.3.6 Disartria atáxica.....	65
2.3.7 Disartria mista	66
2.4 MÉTODOS PERCEPTIVOS E INSTRUMENTAIS NA AVALIAÇÃO DA DISARTRIA.....	67
2.6.1 Nasometria.....	70
2.6.2 Medidas vocais acústicas de fonte glótica	72
2.6.3 Eletroglotografia.....	73
2.6.4 Ultrassonografia	78
2.5 TERAPIA FONOAUDIOLÓGICA DAS DISARTRIAS.....	80
3 MATERIAIS E MÉTODOS	84
3.1 ASPECTOS ÉTICOS	84
3.2 DESENHO DO ESTUDO	84
3.3 PARTICIPANTES	85
3.4 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS	86
3.4.1 Seleção dos participantes	86
3.4.2 Coleta dos dados dos participantes: avaliações fonoaudiológicas	87
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	100

4 ARTIGO 1 - CARACTERIZAÇÃO VOCAL ACÚSTICA, FISIOLÓGICA E DO TEMPO MÁXIMO DE FONIAÇÃO DE PACIENTES COM DIFERENTES TIPOS DE DISARTRIA	102
5 ARTIGO 2 - PROTOCOLO DE TRATAMENTO DA DISARTRIA COM BIOFEEDBACK: PTDIS-BIO ..	105
6 DISCUSSÃO	143
7 CONCLUSÃO	152
REFERÊNCIAS	154
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	174
APÊNDICE B – FOLDERS E CARTAZ PARA DIVULGAÇÃO DA PESQUISA.....	176
APÊNDICE C – ANAMNESE FONOAUDIOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DOS TRANSTORNOS MOTORES DE FALA.....	178
APÊNDICE D – INSTRUÇÕES PARA AVALIAÇÃO NASOMÉTRICA	181
APÊNDICE E – INSTRUÇÕES PARA EGG E ANÁLISE ACÚSTICA VOCAL	182
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP PARA AVALIAÇÃO DOS PACIENTES	183
ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP PARA TERAPIA DOS PACIENTES	186
ANEXO C – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DAS DISARTRIAS (ORTIZ, 2006).....	190
ANEXO D – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA INTELIGIBILIDADE DA FALA (PAIF) (BARRETO; ORTIZ, 2016)	194
ANEXO E – CONSENSO DE AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ (CAPE-V) (BEHLAU, 2004)	196
ANEXO F – QUESTIONÁRIO “VIVENDO COM DISARTRIA” (VCD) (PUHL ET AL., 2009)	197
ANEXO G – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DA FALA (PRAINFL)	199

1 APRESENTAÇÃO

“Certamente a linguagem se utiliza como instrumento de comunicação, certamente comunicamos por ela, aos outros, nossas experiências, estabelecemos por ela, com os outros, laços 'contratuais' porque interagimos e nos compreendemos, influenciemos os outros com nossas opções relativas ao modo peculiar de ver e sentir o mundo, com decisões consequentes sobre o modo de atuar nele. [...] antes de ser para a comunicação, a linguagem é para a elaboração; e antes de ser mensagem, a linguagem é construção do pensamento; e antes de ser veículo de sentimentos, ideias, emoções, aspirações, a linguagem é um processo criador em que organizamos e informamos as nossas experiências. (FRANCHI, 2002, p. 57)¹”.

O ser humano é “geneticamente social” e, por isso, os relacionamentos interpessoais, a comunicação e a linguagem são aspectos inerentes à vida humana e possuem importante influência sobre o autorreconhecimento, a autoidentificação, a interação social e a evolução pessoal, independentemente da idade e das condições de cada indivíduo (MAC-KAY, 2004; SILVA, 2017; WALLON, 1986). As tarefas básicas de comunicação, pelo menos entre duas pessoas, são perceber e compreender ações comunicativas produzidas pelo interlocutor e reagir sobre essas ações, produzindo ações comunicativas adequadas para continuar o processo de comunicação com relação às intenções comunicativas de cada interlocutor (VILHJÁLMSSON, 2009).

A palavra falada constitui uma das ferramentas mais poderosas, se não a mais, da espécie humana; não se chega aos sentidos *da* e *na* língua senão pela fala (MALDONADE, 2019). A fala é uma ação motora única, complexa e dinâmica que requer a integração de inúmeras operações, incluindo processos cognitivo-linguísticos, planejamento e programação motora, além de execução neuromuscular, todos possibilitados pela Língua ou próprios no interior de uma dada Língua (DUFFY, 2012; TYKALOVÁ, 2016).

Falar implica, além do intenso e sofisticado trabalho linguístico (manipulação do sistema de significação verbal), pôr em funcionamento um aparato orgânico-funcional especializado e interconectado, composto por estruturas do sistema auditivo (responsáveis pela sensação e percepção acústica dos sons da fala) e por estruturas do sistema fonoarticulatório (responsáveis pela produção vocal e pela articulação fonêmica), ambos regulados pelo Sistema Nervoso Central e executados pelo Periférico. Falar é realizar constante

¹ Este texto foi publicado pela primeira vez em Almanaque 5: 9-27, 1977. Uma segunda versão, revista, foi publicada nos Cadernos de Estudos Linguísticos da UNICAMP, 22: 9-40, 1992. A presente reprodução, autorizada, foi digitada por Beatriz Christino (CEDOCH-DL/USP). Salvo pequenas alterações na grafia e pontuação, o texto segue a versão de 1992 (N. Ed.) (FRANCHI, 1992, 2002).

modulação dos músculos esqueléticos do trato vocal – pulmões, laringe, orofaringe, estruturas rígidas e móveis da cavidade oral (palato duro, dentes, mandíbula, lábios, língua, bochechas e véu palatino) e da cavidade nasal – segundo critérios fonológicos de uma dada língua. Assim, produzir a fala é, ao mesmo tempo, modalizar as estruturas orais, e analisar seus efeitos em termos orgânicos (acústico-articulatórios e tátil-cinético) e de sentido (FEDOSSE, 2007, p. 406).

Ao passo que a fala desempenha um papel positivo e importante para a vida em sociedade, as dificuldades em se comunicar oralmente contribuem para certa estigmatização daquelas pessoas com limitações consequentes de doenças neurológicas, como a disartria (SILVEIRA, 2013; SMITH; APPLGATE, 2018).

A disartria é um distúrbio neuromuscular ocasionado por um comprometimento no sistema nervoso central (SNC) e/ou periférico (SNP), que resulta em efeitos debilitantes na respiração, na fonação, na ressonância e na articulação da fala, afetando também aspectos linguísticos, como a prosódia (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1975; DUFFY, 2019; MELLE, 2007; ORTIZ, 2006; SEHGAL, 2018). As disartrias são expressas conforme a fisiopatologia, o que significa tipo e local da lesão neurológica, e identificadas por atributos perceptuais: flácida, espástica, atáxica, hipocinética, hipercinética, disartria do neurônio motor superior unilateral (NMSU) e mista, que é uma combinação de dois ou mais tipos de disartria que reflete as características mais relevantes de cada tipo (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1975; DUFFY, 2019; MURDOCH, 2005; ORTIZ, 2006).

É impossível prever a verdadeira incidência e prevalência das disartrias, pois as estimativas e as dimensões variam de acordo com a localização da lesão, a natureza e o curso da condição subjacente e os critérios de avaliação utilizados (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2016). Por exemplo, a prevalência de disartria decorrente de Acidente Vascular Cerebral é uma das mais difíceis de ser mensurada com precisão, pois os relatos de alterações de fala variam de 8% a 60% (FLOWERS *et al.*, 2013; JANI; GORE, 2014; SAFAZ *et al.*, 2016; VIDOVIĆ *et al.*, 2011). A incidência da disartria por Traumatismo Cranioencefálico também tem uma significativa variabilidade: cerca de 10% a 65% dos indivíduos com lesão cerebral traumática podem apresentar disartria (MITCHELL *et al.*, 2018).

Nos casos de Esclerose Múltipla, estima-se que a prevalência de disartria seja de 51% e que ocorra em todos os subsistemas da produção da fala: respiração, fonação, prosódia, articulação e ressonância/nasalidade, sendo predominantemente mista, com sinais de fala atáxicos e espásticos, e variando de grau leve para grave

durante o curso da doença (HARTELIUS; RUNMARKER; ANDERSEN, 2000). Na Esclerose Lateral Amiotrófica a disartria é um dos sintomas iniciais em até 30% dos pacientes, com incidência de quase 100% em estágios posteriores da doença (DA COSTA FRANCESCHINI; MOURÃO, 2015). Na doença de Parkinson (DP) é estimado que todos os pacientes venham a desenvolver disartria hipocinética devido à progressão da idade e da doença (MÜLLER *et al.*, 2001). Entre 70 e 90% dos pacientes com DP queixam-se de alterações de fala e voz, cujos sintomas mais comuns são redução da intensidade vocal, modulação restrita, voz monótona, alteração de entonação, velocidade de fala alterada, redução da variação de frequência, qualidade vocal rouca e soprosa, e imprecisão articulatória (ARNOLD *et al.*, 2014; SCHALLING *et al.*, 2013).

Devido às variadas manifestações da disartria e à pouca evidência científica, como revisões sistemáticas ou de escopo quanto à conduta terapêutica nesses casos, o tratamento fonoaudiológico torna-se complexo, e muitas vezes resulta em insucessos (HORNING *et al.*, 2019; PEREIRA; DUARTE; SILVA SANTOS, 2006; PRITCHARD; ROSENORN-LANNG, 2015).

De acordo com Donabedian (1990), os sete pilares da qualidade de atendimento na área da saúde, ainda considerados como referência, são a eficácia, a efetividade, a eficiência, a otimização, a aceitabilidade, a legitimidade e a equidade, os quais elevam a preocupação com a melhora do paciente e encorajam os profissionais a refletirem sobre as práticas clínicas. Passa-se, assim, às considerações sobre cada um desses conceitos relacionados à saúde pública.

O conceito de eficácia está atrelado ao alcance dos resultados, ou seja, à utilização de recursos capazes de produzir efeitos positivos no paciente, melhorando a saúde e a qualidade de vida através das condições ideais para o tratamento de uma pessoa: melhores estruturas físicas, melhores equipamentos, melhores serviços etc. A definição de efetividade corresponde à melhora real obtida na intervenção do paciente, utilizando os recursos disponíveis ainda que não sejam os melhores possíveis. Enquanto a eficácia está ligada ao cuidado ideal, a efetividade relaciona-se com o cuidado real, mas é esperado que ambos se aproximem para que o planejado e o executado tenham impacto positivo no paciente. O ato de proporcionar o melhor tratamento ao indivíduo, utilizando a menor quantidade de recursos possível, denomina-se eficiência, isto é, inovação e tecnologias para fazer mais pelo paciente utilizando menos esforços e custos.

Essa tríade, associada aos princípios de otimização, de aceitabilidade, de legitimidade e de equidade, contribui para refletir sobre o cuidado com o paciente e para buscar a excelência em saúde através da constante melhoria da relação entre custo, benefício e tempo de tratamento (otimização), da adaptação do paciente ao tratamento, da acessibilidade, da comodidade, do custo e da relação terapeuta-paciente (aceitabilidade), da responsabilidade e referência perante a sociedade em geral (legitimidade) e da imparcialidade ao distribuir cuidados e benefícios no atendimento (equidade) (DONABEDIAN, 1990).

No intuito de se aproximar da excelência em saúde, esta pesquisa utilizou tecnologias atuais aplicadas à fonoaudiologia no diagnóstico e na reabilitação das disartrias, visando maiores evidências sobre a eficácia e a eficiência no tratamento dos pacientes.

Os métodos instrumentais de avaliação, como as avaliações vocais acústicas, os exames de imagem e as avaliações fisiológicas, melhoram a objetividade da avaliação fonoaudiológica, fornecem valiosas evidências diagnósticas confirmatórias e auxiliam na descrição e no entendimento dos Transtornos Motores de Fala (TMFs) (DUFFY; KENT, 2001). Entre as tecnologias utilizadas nesta pesquisa no processo diagnóstico estão a nasometria, a eletroglotografia e a análise acústica vocal, e a ultrassonografia dos movimentos de língua. Para a escolha desses instrumentos, considerou-se os subsistemas da produção da fala de maior impacto na inteligibilidade de fala.

Devido ao alto custo na aquisição de instrumentos para avaliação e terapia fonoaudiológica com *biofeedback*, este estudo insiste em reafirmar o uso de métodos perceptivos como padrão-ouro para avaliação e de técnicas comportamentais que respeitem os princípios de aprendizagem motora, mesmo quando não estiverem disponíveis instrumentos de *biofeedback*.

Ademais, esta pesquisa propõe uma estrutura de intervenção para a terapia fonoaudiológica de disartria utilizando instrumentos de *biofeedback* visual associados às técnicas baseadas na fisiologia, de acordo com os princípios de aprendizagem motora e seguindo uma hierarquia de tratamento motor. No tratamento dos subsistemas da ressonância, da fonação e da articulação, foram utilizados para *biofeedback* visual instrumental (BVI) o nasômetro, para apoiar os exercícios de ressonância; o eletroglotógrafo, para apoiar os exercícios de fonação; e o ultrassom, para apoiar os exercícios de articulação dos movimentos de língua. Acredita-se que

essa abordagem seja capaz de promover modificações positivas no circuito neural, mesmo em indivíduos adultos com dificuldades persistentes de fala (BAKKER; BEIJER; RIETVELD, 2019; BALLARD *et al.*, 2012; FRIEDMAN *et al.*, 2010; KNOCK *et al.*, 2000; MAAS *et al.*, 2008; NEUMANN *et al.*, 2005; VAN DER MERWE, 2011; VOGEL *et al.*, 2019; ZIEGLER, 2003).

Na sequência, dispõe-se de um capítulo de referencial teórico, o qual discorre a respeito do mecanismo de produção da fala sob uma perspectiva mecânica, sensório-motora, fisiológica e de linguagem, descreve os subsistemas da produção da fala e as dimensões desviantes, bem como os métodos de avaliação perceptiva e instrumental e as abordagens fonoaudiológicas para o tratamento da disartria, enfatizando o uso de BVI.

Este estudo propõe-se a: (1) caracterizar a fala disártrica por meio da avaliação perceptivo-auditiva, de medidas acústicas e de avaliações fisiológicas de pessoas com diferentes lesões neurológicas; e a (2) verificar os efeitos da intervenção fonoaudiológica baseada na Hierarquia do Tratamento Motor de Fala utilizando instrumentos de *biofeedback* visual.

De modo a alcançar esses objetivos, na seção de materiais e métodos constam os aspectos éticos, o desenho do estudo, a divulgação da pesquisa para recrutamento dos participantes e a seleção destes por meio de critérios de inclusão e de exclusão. Os procedimentos realizados e os instrumentos de avaliação e de terapia utilizados nesta pesquisa também são minuciosamente descritos, de forma que a pesquisa seja transparente e passível de replicação por outros pesquisadores.

Os resultados estão apresentados em forma de artigos científicos. O primeiro artigo visa comparar os resultados do tempo máximo de fonação de /a/, de medidas vocais acústicas de fonte glótica e de avaliações fisiológicas de pacientes disártricos. O segundo artigo tem os objetivos de elaborar um Protocolo de Tratamento para a Disartria com Biofeedback - PTDis-Bio; caracterizar, por meio de avaliação perceptivo-auditiva, os aspectos de respiração, voz e ressonância, motricidade orofacial, articulação, diadococinesia, prosódia e inteligibilidade de fala de falantes disártricos com diferentes lesões neurológicas; e comparar os resultados das avaliações perceptivas antes e após a intervenção fonoaudiológica.

É importante esclarecer que também foi executado um estudo a respeito da avaliação ultrassonográfica dos movimentos da língua, já que o ultrassom foi utilizado como instrumento de *biofeedback* visual no segundo estudo desta pesquisa. Contudo,

a metodologia da avaliação ultrassonográfica, assim como os resultados em relação a este estudo serão desenvolvidos em trabalho específico, *a posteriori*, em vista de que são necessárias análises estatísticas mais elaboradas e que demandam maior tempo para serem concluídas. Além disso, apesar de terem sido analisados, os resultados da autoavaliação da qualidade de vida antes e depois do tratamento foram expostos em outro trabalho².

As últimas seções desta tese de doutorado são a discussão geral e a conclusão, respectivamente. A discussão geral tem por finalidade reunir as informações apresentadas nos artigos científicos e promover uma reflexão sobre os resultados obtidos no cenário de avaliação e de tratamento da disartria.

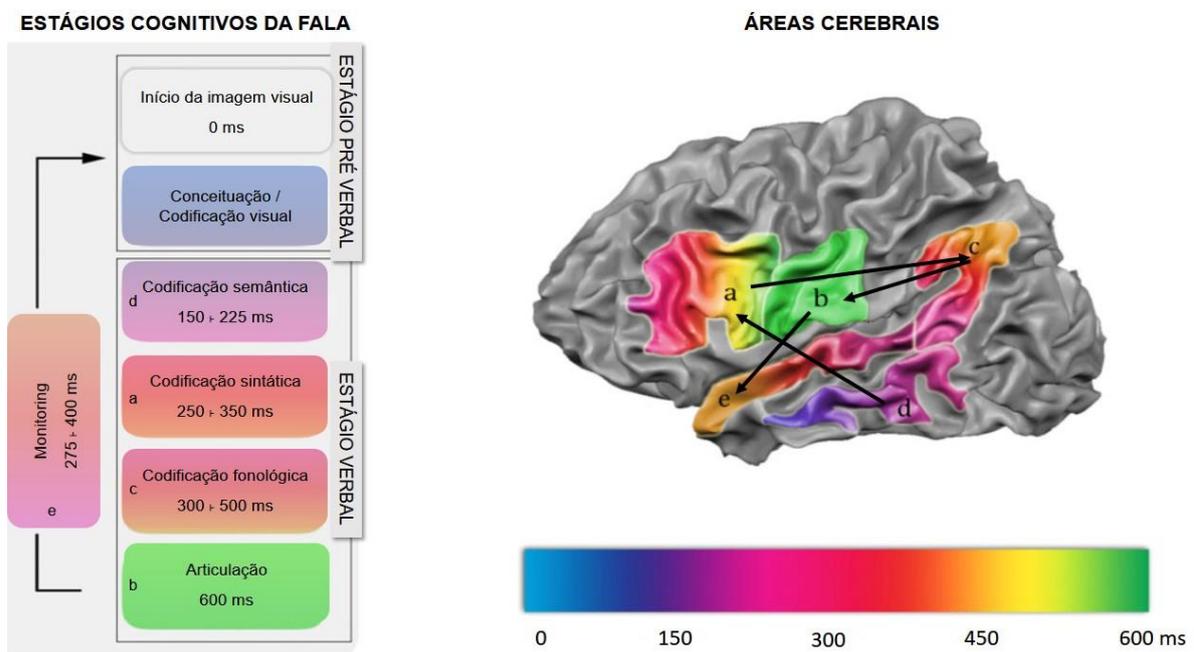
² Trabalho de Conclusão de Curso da Especialização em Neurociências do Desenvolvimento e da Cognição da Universidade Franciscana (UFN).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MECANISMO DA PRODUÇÃO DA FALA E MODELO COMPUTACIONAL DAS INTERAÇÕES SENSORIO-MOTORAS DA PRODUÇÃO DA FALA

A habilidade de produzir os sons da fala de maneira rápida e coarticulada constitui um processo extremamente complexo: os pensamentos são traduzidos em representações linguísticas, as quais são enviadas aos mecanismos de fala responsáveis por coordenar, iniciar, modificar e executar a articulação de um enunciado (DRONKERS; OGAR, 2004). Na Figura 1 estão descritos os estágios cognitivo-linguísticos da fala que sucedem a intenção comunicativa, a contar do início da imagem visual e da conceituação da mensagem até o planejamento da fala articulada.

Figura 1 – Estágios cognitivo-linguísticos da produção motora da fala.



Legenda: Modelo da produção de fala: a) giro frontal inferior esquerdo: codificação sintática; b) área pré-motora de planejamento da fala; c) giro temporal superior posterior e giro angular: codificação fonológica; d) giro temporal medial: entrada lexical; e) giro temporal superior. Os números referem-se ao tempo de processamento de informação entre as fases em milissegundos a partir da imagem visual. Reprodução da imagem autorizada pelo autor.

Fonte: Traduzido de TIMMERS *et al.* (2011).

A produção da fala envolve várias regiões cerebrais que atuam de maneira integrada: o planejamento de produção da fala é iniciado no giro temporal médio com a idealização de uma mensagem, isto é, com a ativação de um conceito do que se deseja transmitir a um ouvinte. Após a codificação visual de uma cena ou imagem e a criação do conceito (estágio pré-verbal), o significado da mensagem deve ser codificado (codificação semântica), ou seja, as entradas lexicais apropriadas são inicialmente selecionadas (d). Em seguida, ocorre a codificação sintática (a), na qual funções gramaticais e sintáticas são atribuídas e organizadas em uma determinada estrutura. Por fim, a codificação fonológica (c) ocorre, na qual a estrutura do som é determinada na forma de “quadros” fonológicos (TIMMERS *et al.*, 2011).

Ao término do planejamento desses elementos, a saída articulatória (*output*) (b) é enviada ao córtex pré-motor para ativar os músculos dos órgãos fonoarticulatórios. Concomitante a todo esse processo, ocorre, inconscientemente, o automonitoramento da fala, que é uma espécie de *loop de feedback* (e) que rastreia o *output* da produção da fala, identificando e corrigindo os erros (INDEFREY; LEVELT, 2004; SAHIN *et al.*, 2009). Uma forma mais integralizada de descrever esse complexo sistema é dividindo-o em multiníveis: nível da conceituação, do planejamento linguístico, do planejamento e programação do ato motor, dos circuitos motores, das vias motoras direta (Sistema Piramidal) e indireta (Sistema Extrapiramidal), da via comum final (Neurônio Motor Inferior) e do sistema sensorial (ROUSE, 2020).

No intuito de explicar o mecanismo de aquisição e produção da fala e descrever as interações sensório-motoras envolvidas no controle articulatório durante a produção da fala, desenvolveu-se um modelo computacional e neuroanatômico de uma rede neural adaptativa: o modelo DIVA – *Directions Into Velocities of Articulators* (Figura 2) (GUENTHER, 1994, 1995; GUENTHER; GHOSH; TOURVILLE, 2006; GUENTHER; HAMPSON; JOHNSON, 1998; MARCHAL; REIS, 2012; TOURVILLE; GUENTHER, 2011).

pela velocidade e pelo posicionamento articulatório, ou seja, o subsistema de controle motor (*feedforward*) ou os gestos articulatorios para o som alvo da fala. Esse subsistema, nesse mapa, consiste em oito pares antagônicos de células distribuídas bilateralmente ao longo da porção caudal do giro pré-central ventral lateral e a região do córtex motor primário, as quais codificam velocidades de movimento para os lábios superior e inferior, a mandíbula, a língua e a laringe (TOURVILLE; GUENTHER, 2011).

O mapeamento é análogo ao processo de "codificação fonética", ou seja, transforma-se um *input* fonológico do córtex frontal inferior adjacente em um conjunto de comandos motores de "avanço" que produzem o som alvo (TOURVILLE; GUENTHER, 2011). O mapa do som da fala, portanto, é um repertório de programas motores de fala aprendidos e não se limita a um repositório de programas motores para sílabas frequentemente produzidas, pois também representa sons silábicos, subsilábicos (fonemas) e multissilábicos comuns (por exemplo, palavras e frases) (LEVELT; ROELOFS; MEYER, 1999; WHEELDON; LEVELT, 1994).

Quanto à lateralidade dos conjuntos de programas motores da fala, sabe-se que, em destros, o planejamento motor da fala costuma depender predominantemente da contribuição da região frontal inferior posterior do hemisfério esquerdo (HE) (DUFFY, 2012). Contudo, ainda se discute a lateralidade do processo de produção dos níveis da linguagem, tais como o nível semântico, sintático, fonológico e articulatório. A produção de palavras e pseudopalavras, desprovidas de conteúdo semântico ou sintático, envolve contribuições lateralizadas do lado esquerdo do córtex frontal inferior, incluindo giro frontal inferior, *pars opercularis* (área 44 de Brodmann), córtex pré-motor ventral e córtex motor ventral (GHOSH; TOURVILLE; GUENTHER, 2008; TOURVILLE; REILLY; GUENTHER, 2008). Danos no córtex frontal inferior esquerdo estão mais comumente associados a alterações na fala devido à interrupção dos programas motores no circuito de *feedforward*. Sendo assim, considerando a visão clássica de dominância da linguagem no HE, no modelo DIVA o sistema de controle *feedforward* está localizado à esquerda (TOURVILLE; GUENTHER, 2011).

Além de suas projeções para o sistema de controle *feedforward*, o mapa do som da fala também é projetado para mapas de alvos auditivos e somatossensoriais. Essas projeções codificam as expectativas sensoriais ou os alvos variáveis no tempo, associados ao mapa de som ativo da fala. Mapas de alvos auditivos e somatossensoriais enviam entradas inibitórias para os mapas de erros auditivos e somatossensoriais, respectivamente, ou seja, os mapas de erros são efetivamente o

inverso dos mapas de destino, representando o *feedback* sensorial esperado para o som que está sendo produzido (TOURVILLE; GUENTHER, 2011).

Por haver tanta complexidade na produção da fala, faz-se necessário um poderoso mecanismo de controle. Marchal e Reis (2012) conceituam o sistema de produção da fala como um “servomecanismo”, um sistema capaz de se autorregular através de propriedades próprias e que conta com um sofisticado subsistema de monitoramento, também denominado de *feedback*, por meio do mecanismo de percepção.

Os comandos de velocidade no controle do sistema *feedforward* e os comandos de correção de erros baseados em *feedback* são integrados nos mapas de posição dos articuladores, localizados ao longo do giro pré-central. Tanto os mapas de alvo como de erro auditivo encontram-se em dois locais ao longo do giro temporal superior posterior, um lateral próximo ao sulco temporal superior e um medial na junção dos lobos temporal e parietal, e interagem tanto durante a percepção da fala quanto na sua produção (CALLAN; CALLAN, 2022; HICKOK *et al.*, 2003; KEARNEY; GUENTHER, 2019; TOURVILLE; GUENTHER, 2011). No giro supramarginal, há a integração de comandos motores da fala e o *feedback* sensorial. O sistema de controle *feedback*, à direita, regula o *feedback* auditivo e somatossensorial e desempenha um papel importante no controle motor durante a produção da fala (TOURVILLE; REILLY; GUENTHER, 2008; VOSS *et al.*, 2006).

2.2 NEUROFISIOLOGIA MÚSCULO-ESQUELÉTICA DA PRODUÇÃO ARTICULATÓRIA DOS SONS E ASPECTOS ANATOMOFISIOLÓGICOS DOS SUBSISTEMAS DA PRODUÇÃO DA FALA

Atuando em funções especializadas da linguagem, no hemisfério dominante há duas grandes áreas localizadas na região perisilviana, as quais comunicam entre si: área de Wernicke (região posterior) e área de Broca (região anterior). A área de Wernicke (a área 22 de Brodmann) dedica-se a tarefas relacionadas, principalmente, ao reconhecimento, à compreensão e à formulação da mensagem, enquanto a área de Broca (áreas 44 e 45 de Brodmann) está envolvida com a programação motora e com a execução de atos linguísticos, como a fala, a escrita e os gestos (coverbal) (MURDOCH, 2012).

A produção da fala resulta da contração dos músculos do subsistema da fala (mandíbula, lábios, língua, palato mole, pregas vocais [PPVV] e músculos respiratórios), controlada por impulsos nervosos que descendem de áreas motoras do cérebro até o nível do tronco encefálico e da medula espinhal, passando para os músculos por meio dos nervos cranianos e espinhais (KEARNEY; GUENTHER, 2019; SIMONYAN; HORWITZ, 2011).

O comando da fala está no córtex motor primário (área 4 de Brodmann), responsável pela iniciação dos movimentos voluntários, pelos neurônios "tônicos" e pela contração individual da musculatura esquelética da face e do trato vocal (TOURVILLE; GUENTHER, 2011). Outras duas áreas localizadas nos lobos frontais atuam no planejamento articulatorio: área pré-motora (área 6 de Brodmann) e área motora suplementar (AMS) (topo da área 6 de Brodmann). Enquanto a área pré-motora programa atividades motoras complexas através do controle de movimentos coordenados e habilidosos, envolvendo a contração simultânea de vários músculos, e conduz o córtex motor primário em sua execução de atividade muscular voluntária, a AMS colabora para a sequência de movimentos em grandes grupos musculares (ALARIO *et al.*, 2005).

Alguns componentes do sistema extrapiramidal, como o cerebelo, o tálamo e os gânglios da base, também atuam na execução motora: o cerebelo recebe informações de áreas auditivas e somatossensoriais de ordem superior e projeta-se no córtex motor através do tálamo, fornecendo um substrato para a integração de informações do estado sensorial para a escolha de comandos motores. Além disso, o cerebelo desempenha um papel essencial para a coordenação das ações musculares e regula a precisão dos movimentos (ENDERBY, 2013). Os gânglios da base recebem aferentes da maioria das áreas do córtex cerebral, incluindo as regiões motora e pré-frontal e, principalmente, os córtex associativo e límbico. Assim, os gânglios da base integram pistas contextuais com o objetivo de ativar os comandos motores, de modo que o momento da atividade das células de iniciação é conduzido por informações contextuais dos gânglios da base através do tálamo (GRAFTON *et al.*, 2008).

Posto que as áreas motoras corticais são responsáveis pela iniciação da atividade muscular voluntária e constituem os níveis mais elevados de controle motor, elas dominam os neurônios motores inferiores (NMI) que surgem do tronco encefálico e da medula espinhal, pela via direta (piramidal) ou pela via indireta (extrapiramidal) (ENDERBY, 2013). Os neurônios que compõem os trajetos dos sistemas piramidal e

extrapiramidal constituem os neurônios motores superiores (NMS) (EMOS; ROSNER, 2020).

Os NMI (via final comum) formam o caminho final da condução nervosa oriunda do SNC aos músculos esqueléticos do mecanismo da fala e seus corpos celulares encontram-se nos cornos anteriores da medula espinhal ou nos núcleos motores dos nervos cranianos no tronco encefálico. Os axônios dos NMI passam por diversos nervos cranianos e espinhais do SNP aos músculos dos órgãos fonoarticulatórios, incluindo os músculos do sistema respiratório (ROUSE, 2020).

Em relação à comunicação verbal, três domínios articulatórios são importantes: domínio do trato vocal com seus articuladores para produzir o sinal de fala acústico; domínio facial para expressões faciais coverbais; e domínio manual para expressões gestuais coverbais (KRÖGER; BIRKHOLZ; NEUSCHAEFER-RUBE, 2011). Os NMI comanda os sinais motores dos domínios do trato vocal, definidos por grupos musculares que compõem os subsistemas da produção da fala: respiração, fonação, ressonância, articulação e prosódia (ORTIZ, 2006).

De acordo com Rouse (2020), a respiração fornece a energia para a fala, a fonação fornece o som bruto e a ressonância, as qualidades tonais. A articulação, por sua vez, é responsável pela organização fonética dos sons da fala. Não é possível determinar com exatidão o número de músculos necessários envolvidos no funcionamento da produção da fala; contudo, é inegável que existem ações coordenadas e complexas entre os músculos das paredes torácicas e abdominais, do pescoço e da face, da laringe e da cavidade oral durante a produção da fala (FERRI, 2014). Inclui-se a prosódia pois, sendo um aspecto suprasegmental da linguagem, é a interação complexa de vários processos de produção de fala (RIBEIRO; ORTIZ, 2009).

2.2.1 Respiração

O ato respiratório é fundamentalmente uma função neuromuscular e neuronal, com os pulmões e as vias aéreas respondendo passivamente a influências extrapulmonares (LOZANO, 2016). O sistema de controle respiratório está no tronco encefálico, mas a regulação do ato respiratório é tridimensional – nervosa, química e mecânica – e consiste em respostas integradas de receptores, centros e músculos respiratórios (ROUSE, 2020; SILVERTHORN, 2017).

O sistema de regulação da respiração é iniciado pela ação de quimiorreceptores centrais, isto é, neurônios localizados no centro respiratório, entre a ponte e o bulbo, próximos ao assoalho do 4º ventrículo. O centro respiratório é formado por três grupos: o grupo respiratório pontino (GRP), composto por dois centros de ação inspiratória e expiratória, o pneumotáxico e o apnêustico; o grupo respiratório dorsal (GRD); e o grupo respiratório ventral (GRV). Os centros pneumotáxicos possuem ação inibitória, isto é, inibem os centros apnêusticos e promovem a expiração passiva ou ativa. Um aumento na saída pneumotáxica acelera o ritmo da respiração, diminuindo a duração de cada inalação, enquanto o contrário diminui o ritmo respiratório, expandindo a profundidade da respiração devido à atividade aumentada dos centros apnêusticos (MARTINI; NATH; BARTHOLOMEW, 2017).

O centro apnêustico, localizado imediatamente abaixo do centro pneumotáxico, estimula a respiração profunda e de longa duração. Esse centro possui ação excitatória, pois envia impulsos excitatórios para a área inspiratória (GRD), e ação inibitória, já que envia impulsos inibitórios para a área expiratória (GRV) (LOZANO, 2016). Os centros apnêusticos ajustam o grau de estimulação em resposta às informações sensoriais do nervo vago (X) sobre a quantidade de inflação do pulmão (MARTINI; NATH; BARTHOLOMEW, 2017).

Sintetizando, o centro inspiratório do GRD contém neurônios que recebem estímulos sensoriais (nervos aferentes) dos pares dos nervos cranianos IX (glossofaríngeo) e X (vago). Eles controlam os NMI através de respostas motoras (nervos eferentes) para os nervos frênicos, que inervam o diafragma, e para o GRV, que envia comandos motores para os músculos escalenos, esternocleidomastoideo e intercostais por meio dos nervos intercostais e dos ramos musculares dos nervos cervicais, além de comandar os músculos abdominais por meio de neurônios expiratórios nos nervos intercostais. Enquanto o GRD está ativo a cada ciclo respiratório, o GRV possui centros inspiratórios e expiratórios que funcionam apenas quando a demanda respiratória aumenta e os músculos acessórios se envolvem (MARTINI; NATH; BARTHOLOMEW, 2017).

2.2.2 Fonação

No mecanismo de produção da fala, a laringe é uma fonte sonora importantíssima pois, afinal de contas, a voz é o som produzido no nível das PPVV através de sua vibração e modificado pelas cavidades de ressonância (BEHLAU *et al.*, 2001). O subsistema fonatório é controlado especificamente pelo nervo vago (X), que surge no córtex motor primário, entra na superfície lateral do bulbo e deixa a cavidade craniana através do forame jugular. Em seguida, recebe fibras motoras adicionais da porção cranial do nervo acessório, suprindo os músculos da faringe e da laringe, o levantador do véu palatino e o músculo da úvula do palato mole (MURDOCH, 2012).

No núcleo ambíguo no tronco encefálico, o nervo vago divide-se em dois ramos: o nervo laríngeo superior (NLS), que inerva o músculo cricotireoideo (CT) ipsilateral, e o nervo laríngeo recorrente (NLR), que inerva os demais músculos intrínsecos da laringe: tireoaritenoideo (TA), cricoaritenoideo lateral (CAL) e posterior (CAP) ipsilaterais, e interaritenoideo ou aritenoideo bilateral (ISHIKAMA, 2016).

A contração de cada músculo laríngeo é responsável pela posição das PPVV, pela força de adução ou de abdução das PPVV, pela tensão ou pelo relaxamento, e pela flexibilidade de abaixamento ou de elevação. Toda a estrutura laríngea tem por objetivo controlar a entrada da traqueia, permitindo a passagem de ar e impedindo a entrada de outras substâncias, principalmente água e alimentos. As PPVV regulam a abertura da glote e, por não terem apenas uma função esfínteriana e respiratória, mas também fonatória, possuem uma anatomia extremamente complexa (MARCHAL; REIS, 2012).

O controle de tons melódicos altos dá-se pela contração e pelo relaxamento do músculo CT. Com a ação desse músculo, a cartilagem tireoide executa um movimento de bascula que a aproxima do arco da cartilagem cricoide, provocando um alongamento das PPVV e o conseqüente estreitamento da glote (VELAYOS; SANTANA, 2004). Originam-se do músculo TA quatro músculos: o vocal, o tireoaritenoideo lateral, o tireoepiglótico e o ventricular. Ao se contrair, o TA aproxima as cartilagens aritenoides da cartilagem tireoide, encurtando as PPVV e, portanto, regulando a frequência fundamental para baixo, sendo também um músculo adutor (MARCHAL; REIS, 2012; SPITZ, 2009).

Além da articulação cricotireoidea, a abertura e o fechamento glotal dependem essencialmente dos movimentos das cartilagens aritenoides, as quais são comandadas diretamente pelos músculos CAP, que deslocam a apófise muscular para fora e para trás, provocando uma rotação das cartilagens aritenoides, o que afasta as PPVV e amplia o espaço glotal CAL; e pelo CAL que, ao se contrair, realiza um movimento de rotação com consequente aproximação das PPVV. Dessa forma, o único músculo abductor das PPVV é o CAP (SPITZ, 2009; MARCHAL; REIS, 2012; ISHIKAMA, 2016).

A função principal do músculo aritenóideo é a aproximação das PPVV, sendo um músculo de função adutora. Além disso, esse músculo é formado por fibras transversais, que unem as cartilagens aritenoides posteriormente, e por fibras que partem da face pósteromedial do processo muscular de uma cartilagem e vão até a extremidade superior da cartilagem aritenóide oposta, constituindo o músculo aritenoepiglótico, responsável pelo abaixamento da epiglote e pelo estreitamento do ádito da laringe (MARCHAL; REIS, 2012; SPITZ, 2009).

Além da ação dos músculos intrínsecos da laringe, os quais são mobilizados para deslocar as cartilagens da laringe e modificar a configuração glótica, existem os músculos extrínsecos, que fixam a laringe nos órgãos vizinhos e deslocam-na verticalmente. Tanto a elevação como o abaixamento da laringe têm consequências indiretas sobre o grau de tensão das PPVV e, portanto, sobre o modo de fonação (MARCHAL; REIS, 2012; CIELO *et al.*, 2014).

2.2.3 Ressonância

De acordo com Marchal e Reis (2012), “a ação dos articuladores modula a corrente de ar, possibilitando uma ação combinatória de ressonâncias nas cavidades supraglóticas, ou através de constrições diversas, interrupções no escoamento de ar, turbulência ou simplesmente modificação de uma ressonância”. A cavidade orofaríngea está acima da laringe e estende-se até os lábios, sendo delimitada superiormente pelo palato, posteriormente pela parede faríngea, inferiormente pela mandíbula e pelo osso hioide, e lateralmente pelas bochechas.

O mecanismo mais relevante na determinação da ressonância é o velofaríngeo (MVF), cuja função é controlar o grau de acoplamento ou de separação entre as cavidades oral e nasal durante a execução de funções não apenas de fala, como a

produção distinta de sons orais e nasais, mas também de deglutição e de sopro (DI NINNO, 2008; FUKUSHIRO, 2007).

Durante a fala, a ação muscular sinérgica do véu palatino, determinada pelo seu músculo levantador do véu palatino, e das paredes faríngeas é requisito para uma ressonância oronasal e uma pressão intraoral equilibradas: o véu palatino, em posição baixa, permite o escape aéreo pela cavidade nasal, criando uma ressonância nasal; em posição alta, o véu palatino entra em contato firme com a parede faríngea e o conduto rinofaríngeo, obstruindo a cavidade nasal e permitindo a ressonância oral na produção dos sons (DI NINNO, 2008; ETTEMA *et al.*, 2002; MARCHAL; REIS, 2012).

Além dos músculos que auxiliam na ação do MVF (Quadro 1), inúmeras estruturas anatômicas da laringe e da faringe, bem como aspectos linguísticos, como prosódia e ênfase, influenciam na atividade do MVF (BENGUEREL *et al.*, 1977; KUENZEL, 1977; MARCHAL; REIS, 2012; PORTALETE, 2017). Estudos de Kuenzel (1977) e Benguerel (1977) verificaram que o véu palatino se elevava mais em fonemas não vozeados do que em vozeados e Portalete (2017) observou que, de fato, os valores de nasalância dos fonemas vozeados são consideravelmente maiores do que naqueles não vozeados.

Quadro 1 – Músculos que controlam o mecanismo velofaríngeo.

Músculo	Grupo	Ação
Levantador do véu palatino	Elevadores	Elevação do véu palatino e fechamento do MVF
Uvular	Elevadores	Atua em sinergia com o músculo levantador do véu palatino e com os constritores da faringe para fechamento do MVF
Tensor do véu palatino	Tensores	Auxilia no fechamento do MVF
Palatoglosso	Abaixadores	Contribui na altura do véu palatino: se a língua estiver fixa, o véu palatino é movido para baixo.
Palatofaríngeo	Abaixadores	Atua em sinergia com o músculo palatoglosso: a partir de uma postura fixa da laringe e faringe, abaixa o véu palatino.

Fonte: Marchal e Reis (2012).

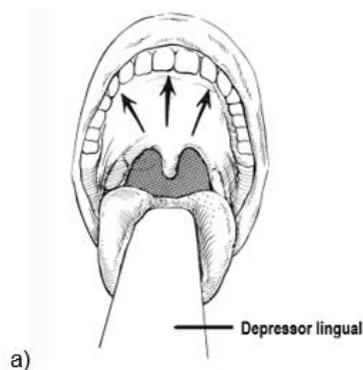
A faringe é o primeiro ressoador do tom laríngeo pois é o vestíbulo que permite a comunicação entre as cavidades orais e nasais, a laringe e o esôfago. Sua inervação é dada pelos nervos glossofaríngeo (IX) e vago (X), com influências motoras e

sensoriais de ambos sobre a região orofaríngea. Em geral, o nervo glossofaríngeo é mais sensorial e o nervo vago é mais motor (ROUSE, 2020).

O músculo estilofaríngeo é inervado pelo nervo glossofaríngeo, que desempenha um papel importante na elevação e na abertura da faringe. O glossofaríngeo contém mais fibras sensoriais, incluindo a parte posterior da língua e da faringe até o nível da laringe (onde o nervo vago começa a dominar). O nervo vago também é o principal nervo que atua no subsistema ressonantal e supre os músculos da faringe, com exceção do tensor do véu palatino e dos músculos constritivos. O plexo faríngeo é formado pelo ramo faríngeo do nervo vago, inervando os músculos levantadores do véu palatino (MARCHAL; REIS, 2012; ROUSE, 2020).

A contração dos músculos pareados e fundidos de ambos os lados do palato mole causa vetores de movimentos súperolaterais (Figura 3). O vetor soma é um movimento ascendente da linha média do palato para selar a nasofaringe ao engolir e ao emitir sons velares, como /k/, /g/ e /R/ (COHEN *et al.*, 2008).

Figura 3 – Elevação normal e simétrica do palato mole.



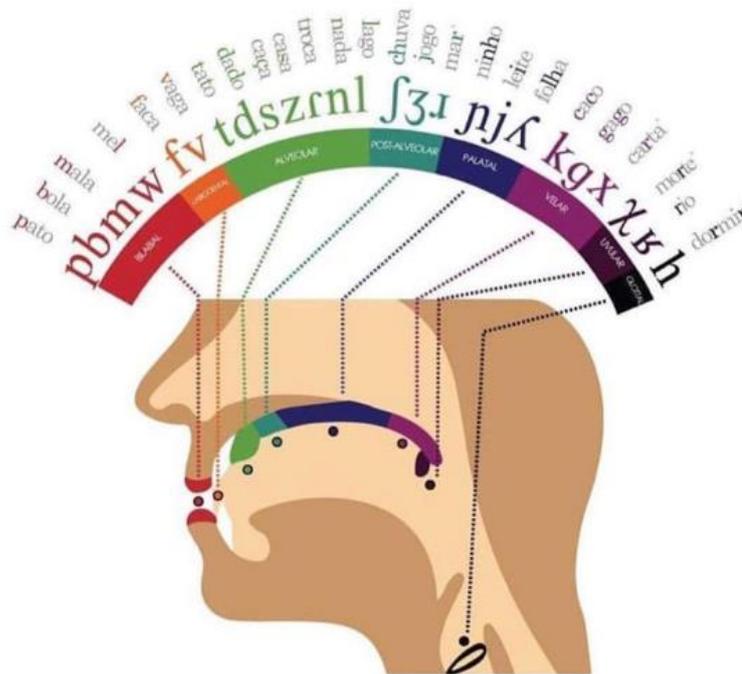
Fonte: COHEN *et al.*, 2008.

O posicionamento, a mobilidade e a força da língua, em especial bilateralmente, também possuem impacto na ressonância pois modificam as formas da cavidade oral durante a fala, podendo inclusive alterar o tamanho das cavidades oral e faríngea (DUFFY, 2012).

2.2.4 Articulação

O processo articulatório acontece no nível das cavidades supraglóticas, onde os articuladores fornecem aos sons suas características e propriedades definitivas. O sistema articulatório (Figura 4) compreende os órgãos fonoarticulatórios, ou seja, mandíbula, lábios, dentes, língua, véu palatino, úvula, faringe e laringe, que podem atuar como articuladores ativos ou passivos. Os articuladores ativos são os órgãos cujos movimentos modificam a configuração do trato vocal na produção de diferentes fonemas, sendo constituídos pela língua, pelo lábio inferior, pelo véu palatino (controle da nasalidade) e pelas PPVV (controle do vozeamento).

Figura 4 – Sistema articulatório, fonemas do PB e exemplos de palavras.



Fonte: Adaptado e traduzido Peccei (2006).

De acordo com Marchal e Reis (2012), os sons da fala podem ser descritos através de sete dimensões principais: dimensão operativa (modo articulatório); dimensão vertical (apertura); dimensão horizontal (ponto articulatório); e dimensões transversal (forma do canal aerífero), temporal (duração), cinética (dinâmica das articulações) e de força (energia).

A noção de ponto articulatório está associada aos articuladores passivos, alvos dos gestos articulatórios, que são o lábio superior, incisivos superiores, alvéolos, palato duro e palato mole (produção de fonemas velares) (SEARA; NUNES; LAZZAROTTO-VOLCÃO, 2011). Em relação ao modo articulatório, os órgãos articuladores podem realizar três tipos de obstruções, determinando a resistência à saída do ar: passagem livre do ar, passagem parcialmente livre, e passagem totalmente interrompida (MARCHAL; REIS, 2012).

Quando a passagem do ar é livre, a cavidade orofaríngea filtra a fonte laríngea e origina sons ressoantes, como as vogais. Em caso de obstáculo parcial, ocorre um estreitamento de tal forma que ou o ar passa com alta pressão, como no caso dos fricativos, ou o ar contorna a obstrução com facilidade, como nas líquidas. Quando a saída do ar é totalmente interrompida, as consoantes são denominadas oclusivas ou plosivas (MARCHAL; REIS, 2012).

O controle neurológico da articulação e ressonância é um processo complexo e controlado por pelo menos cinco nervos cranianos: trigêmeo (V), facial (VII), glossofaríngeo (IX), vago (X) e hipoglosso (XII). O controle motor surge no córtex motor primário (BA 4), projeta-se como o trato corticobulbar lateral para vários núcleos do tronco encefálico e continua nos nervos cranianos V, VII, IX, X e XII para os vários músculos articulatórios (ROUSE, 2020). Como visto anteriormente, os nervos glossofaríngeo (IX) e vago (X) atuam principalmente na ressonância e fonação.

O nervo trigêmeo controla os músculos masseter, temporal e pterigoideo medial para elevação e fechamento da mandíbula, inerva os músculos digástrico anterior e mio-hioideo para pressionar ou abrir a mandíbula, e supre os músculos pterigoideo lateral, tensor do véu palatino e tensor timpânico (ROUSE, 2020). O nervo facial, por sua vez, controla os músculos da face, incluindo os músculos que atuam na abertura, elevação, abaixamento, protrusão e retração labial. Por exemplo, o músculo orbicular da boca é um músculo crucial para o arredondamento labial, que é importante para a produção de sons labiais arredondados, como as vogais /o/, /ɔ/, /u/ e a glide /w/ (ROUSE, 2020)

O núcleo do tronco encefálico dos nervos hipoglosso recebe inervação bilateral do NMS, com exceção do músculo genioglosso, que recebe apenas entrada contralateral do NMS. O nervo hipoglosso controla os dois conjuntos de músculos da língua: os músculos intrínsecos da língua que controlam o movimento motor fino, e os músculos extrínsecos da língua, com exceção do músculo palatoglosso, que

controlam a função motora grossa (ROUSE, 2020). Obviamente, o nervo hipoglosso e os músculos inervados por ele são cruciais para a fala.

2.2.5 Prosódia: um aspecto suprasegmental e motor da fala

O uso da linguagem sempre estará relacionado a um fim a ser atingido: atuar sobre si mesmo e sobre o outro pela comunicação (FRANCHI, 2002). Sendo assim, os enunciados devem ter um sentido, o qual é veiculado na fala por meio da prosódia (LOPES; LIMA, 2014).

Em uma perspectiva fonética, muitos pesquisadores trazem o termo “prosódia” observando a sua realização sonora, os traços segmentais e os parâmetros acústicos de frequência fundamental (F_0), como *pitch*, tempo, vozeamento e pausa, dentre outros (PACHECO, 2006). Em uma perspectiva fonológica, o termo “prosódia” é visto por meio de uma concepção abstrata que não tem relação com o enunciado. Nesse segundo caso, o termo diz respeito a uma organização hierárquica dos sons das línguas naturais: organização dos segmentos em constituintes de nível mais alto e padrão de proeminências relativas a partir desses constituintes (PACHECO, 2006).

Numa perspectiva intermediária entre fonética e fonologia, o termo prosódia diz respeito a uma estrutura abstrata integrada à determinada realização particular: a posição intermediária entre as duas perspectivas dentro dos estudos prosódicos “inclui níveis altos de organização, com suas fronteiras de constituintes e proeminências, e o reflexo dessa organização nos padrões de F_0 , duração e amplitude, por exemplo, dentro do enunciado” (PACHECO, 2006, p. 44).

A Teoria Dicotômica da Entonação (do inglês *Dichotomous Intonation Theory*) trata da lateralização hemisférica do processamento prosódico. Os fundamentos que sustentam tal abordagem consistem basicamente na dicotomia instaurada entre prosódia linguística (prosódia gramatical ou proposicional) e prosódia emocional (prosódia afetiva) (JOANETTE *et al.*, 2007).

Scarpa (2001) salienta que é necessário ter cautela ao analisar a prosódia do ponto de vista dicotômico. Apesar de ser uma teoria universalmente aceita, pode ser enganosa pois “dá a falsa impressão de que é possível traçar uma fronteira objetiva entre categorias postuladas – linguística e afetiva – no que se refere a um fenômeno abstrato como a entonação” (SEDDOH, 2002, p. 685). Em outras palavras, essa dicotomia não considera padrões emocionais como elementos linguísticos, além de

ser redundante na nomenclatura de “prosódia linguística”, tendo em vista que a prosódia, por si só, é um elemento linguístico.

Isso significa dizer que as teorias localizacionistas ajudam a entender o funcionamento e o processamento dos elementos linguísticos, mas também podem ser limitantes porque, por exemplo, a pressuposição da existência de um léxico universal de “prosódia emocional” ignora o contexto social, cultural ou gramatical, bem como os conteúdos lexicais e segmentais (PACHECO, 2006). Dessa forma, nesta seção a prosódia linguística será denominada de prosódia gramatical e a prosódia afetiva será denominada de prosódia emocional.

A prosódia gramatical é processada no hemisfério dominante, geralmente o esquerdo, e é responsável pela estruturação interna das sentenças, ou seja, atua nos níveis fonológico e sintático, possibilitando aos falantes expressarem o sentido específico de um enunciado por meio da ênfase de partes das palavras e frases para transmitir informações de cunho afirmativo, interrogativo, exclamativo etc. (ILIOVITZ, 2005; MUCENECKI *et al.*, 2011; SCARPA, 2001).

Por outro lado, a prosódia emocional é uma função neuropsicológica que está sob responsabilidade do hemisfério direito, que engloba os aspectos não-verbais da linguagem necessários para transmitir e reconhecer emoções na comunicação, possibilitando diferenças de expressão e compreensão de tristeza, alegria, raiva etc. (MUCENECKI *et al.*, 2011; RYMARCZYK; GRABOWSKA, 2007; SCARPA, 2001). Além disso, o padrão de entonação que acompanha o enunciado também tem a função de sugerir qual o estado emocional do falante (MITCHELL *et al.*, 2018).

A lateralização do funcionamento da prosódia tem sido concebida sob uma perspectiva na qual se propõe que o processamento prosódico obedeça a uma escala funcional, segundo a qual o processamento hemisférico depende da posição do uso dos contrastes de altura (progredindo do eixo “mais linguístico” ao eixo “menos linguístico”) nessa escala funcional (MOEN; SUNDET, 1996).

Moen e Sundet (1996, p. 278) ressaltam que “é difícil decidir onde traçar as linhas demarcatórias entre as várias funções da altura situadas entre os dois extremos, pois a escala representa um contínuo funcional e não uma sucessão de funções discretas”. Logo, é possível que indivíduos com lesão de hemisfério direito (LHD) também manifestem dificuldades importantes em produzir entonações vocais indicativas de emoções, assim como de compreendê-las, o que os leva a um

importante prejuízo de interação social por meio da comunicação (MUCENECKI *et al.*, 2011).

Estudos relativos a abordagens neurolinguísticas dos fenômenos prosódicos geralmente mencionam alguns conceitos que remetem a diferentes concepções e definições prosódicas, as quais estão relacionadas às variações de frequência, intensidade e duração que, durante o discurso, conferem sentido ao que está sendo dito. Inclui-se parâmetros como entonação, acento, ênfase, velocidade de fala, ritmo e duração dos segmentos (vocálicos ou consonantais) (RODERO, 2011).

A entonação é a variação de padrões de *pitch* que desempenha várias funções, entre elas gramatical e paralinguística, e veicula efeitos de sentido no enunciado, tendo como principal parâmetro acústico a F_0 e sua evolução ao longo de uma frase ou de um enunciado (GUIMARÃES; ABBERTON, 2005). Os padrões entonacionais podem ter variações ascendentes, descendentes, ascendentes-descendentes ou vice-versa e nivelados, transmitindo informações sobre a gramática (padrão declarativo, interrogativo, imperativo e exclamativo) e efeitos de sentido, como indignação, surpresa e tristeza, entre outros.

Em um estudo, Rodero (2011) verificou que o uso de um determinado *pitch* tem relação direta com a intenção do discurso ou com a personalidade do falante, isto é, um clima alegre é transmitido por meio de tons mais agudos, enquanto um clima triste é reconhecido por tons mais graves, além de vozes mais graves estarem associadas a uma personalidade autoritária e as mais agudas com pessoas mais dependentes.

O acento é definido como o grau de intensidade ao se produzir uma sílaba, correspondendo às proeminências ao longo de um enunciado, podendo ser frasal ou lexical, enquanto a ênfase tem relação apenas com o grau de força de um enunciado, sendo independente da duração e da entonação. Além disso, a habilidade de usar a ênfase em partes específicas do discurso denota a compreensão do exato sentido que se quer conferir à mensagem, pois a força aplicada a determinadas palavras refere-se à intenção de persuasão, enquanto o prolongamento e a suavidade têm mais conotações afetivas (BORREGO; BEHLAU, 2012).

A velocidade de fala e a duração também são elementos prosódicos que indicam a sucessão do número de sílabas e a extensão de tempo envolvida na articulação de um som ou de uma sílaba, respectivamente, variando individualmente e de acordo com o contexto comunicativo, além de poderem ser utilizadas como um instrumento de ênfase (LEHTO *et al.*, 2003).

Presumindo os parâmetros prosódicos como agentes determinantes de sentidos para além das palavras, eles podem trazer informações sobre aspectos biológicos, psicológicos e sociais do falante, além de poderem determinar o posicionamento dos interlocutores durante uma interação (LOPES; LIMA, 2014).

2.3 DISARTRIAS: VERSATILIDADE NEUROLÓGICA E DIVERSIDADE DE PARÂMETROS

Disartria (do grego *dysarthroun*, “inabilidade de articular distintamente”), ou disartrofia, caracteriza o grupo de transtornos motores de fala (TMFs) que deriva de uma lesão neurológica e que acarreta prejuízos importantes na produção motora da fala, por afetar os sistemas subglotal, laríngeo, articulatorio, ressonantal e prosódico devido a anormalidades na força, na velocidade, no alcance, na firmeza, no tom ou na precisão dos subsistemas da produção da fala (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1969b; DUFFY, 2012; FELIZATTI, 1988). Portanto, trata-se de um distúrbio na execução e/ou no controle de movimentos necessários para a produção da fala, por distúrbios neuropatológicos congênitos ou adquiridos no sistema sensorial e motor tanto do SNC quanto do SNP, que resulta em fraqueza, espasticidade, incoordenação, movimentos involuntários ou tônus muscular excessivo, reduzido ou variável, impactando na ilegibilidade e na naturalidade da fala (DUFFY, 2012; FERRI, 2014; KUMAR *et al.*, 2011).

Como visto anteriormente, se várias áreas cerebrais estão envolvidas nesse sofisticado processo de produção da fala, múltiplas disfunções neurológicas podem interferir em nível de processamento, planejamento, programação, controle ou execução motora (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1975; KENT, 2000). Danos cerebrais, como AVCs isquêmicos ou hemorrágicos, tumores e traumatismo, entre outros, raramente suscitam déficits isolados e unidimensionais e a sintomatologia das doenças neurológicas varia consideravelmente entre os indivíduos com distúrbios neurológicos adquiridos (TERBAND; RODD; MAAS, 2019).

Entre os próprios TMFs, as disartrias compõem 92% dos diagnósticos e podem se manifestar com diferentes tipos e níveis de gravidade de acordo com a neurofisiopatologia subjacente e as características perceptivas distinguíveis (DUFFY, 2012). Sendo assim, classificam-se em disartria flácida, espástica, de neurônio motor superior unilateral, hipercinética, hipocinética, atáxica ou mista (DARLEY; ARONSON;

BROWN, 1969b; ORTIZ, 2006). Há outra categoria, denominada “disartria indeterminada”, cuja classificação tem o único intuito de reconhecer, explicitamente, que é provável que nem todos os tipos de disartria perceptivamente distintos tenham sido identificados (DUFFY, 2019; FREED, 2018).

A ruptura na integração entre os sistemas de controle de *feedforward* e de *feedback* caracteriza muitos quadros de disartria, especialmente na de neurônio motor superior, onde a espasticidade é manifestada em virtude de problemas no controle e na execução motora. Essa interpretação é relevante para o estudo e para o tratamento de distúrbios da fala nos quais o déficit está em nível de *feedforward* e de *feedback* (MAAS; MAILEND; GUENTHER, 2015; TERBAND; RODD; MAAS, 2019).

Nas disartrias, um ou mais subsistemas da produção da fala podem estar alterados. Lesões no centro de controle respiratório produzem padrões respiratórios irregulares, frequentemente encontrados em pacientes com disartria. Por exemplo, danos aos nervos frênicos ou intercostais ocasionam hipofunção respiratória, a qual se manifesta por anormalidades da fala, tais como frases curtas em razão da exaustão mais rápida da respiração durante a fala e da possibilidade de redução de *pitch* e de *loudness* decorrentes do volume de fluxo expiratório limitado (MURDOCH, 2012).

Em relação ao subsistema fonatório, lesões bilaterais de NMS ao nervo vago paralisam ambas as PPVV em uma posição paramediana, levando à espasticidade, enquanto lesões bilaterais de NMI causam paresia/paralisia laríngea. Lesões unilaterais de NMS provocam poucas modificações vocais além de aspereza vocal, e lesões unilaterais de NMI (NLR) paralisam apenas uma das PPVV, gerando sopro e rouquidão (ROUSE, 2020). As lesões de nervo laríngeo recorrente (NLR), por inervarem maior quantidade de músculo, provocam modificações vocais diferentes do que as lesões de nervo laríngeo superior (NLS), que causam danos apenas ao músculo CT. Nesse caso, há uma dificuldade de modular o tom vocal devido à presença de fenda glótica, o que também piora a fadiga vocal, com impacto negativo na prosódia (BEHLAU et al., 2005a; ROUSE, 2020).

Os danos ao nervo vago também podem acarretar incompetência velofaríngea (IVF) manifestada por hipernasalidade, emissão nasal e fraqueza na pressão de sons consonantais (DUFFY, 2013). Quanto às lesões de NMS, quando unilaterais não têm efeito na ressonância devido à inervação bilateral, mas quando bilaterais levam à hipernasalidade na fala. As lesões unilaterais de NMI do nervo vago, assim como de NMS, causam desvio do palato mole para o lado paralisado, fazendo com que o arco

do palato em repouso penda para o lado da lesão, ocasionando prejuízos na ressonância, com hipernasalidade moderada.

As lesões bilaterais do nervo vago paralisam o palato mole bilateralmente, dando impressão de simetria do palato, apesar de se notar ambos os lados do palato mole em nível mais inferior que o normal, com menos espaço sob os arcos do palato mole e uma curvatura mais plana. Nesse caso, os danos resultam em hipernasalidade grave (MURDOCH, 2012; ROUSE, 2020). Ademais, danos ao nervo glossofaríngeo não afetam diretamente a fala, mas podem levar à perda da sensação da faringe e afetar a deglutição, gerando um quadro clínico pior (ROUSE, 2020; THOMAS; DAS, 2019).

As alterações ressonanciais também podem ser em nível de foco horizontal por ocasionalmente encontrarem-se associadas à fraqueza lingual bilateral, isto é, fraqueza que move a língua para uma posição mais posterior, alterando sua forma; ao movimento reduzido, o qual diminui a variabilidade das formas da cavidade oral durante a fala; e à atrofia, que altera o tamanho das cavidades oral e faríngea (DUFFY, 2012).

Quanto aos distúrbios articulatorios, lesões de NMI podem produzir paresia ou paralisia dos músculos mandibulares do mesmo lado da lesão. Ao passo que lesões unilaterais têm impacto mínimo na fala, as lesões bilaterais podem levar a problemas graves nos quais os pacientes não conseguem elevar a mandíbula, o que impede que outros articuladores atinjam seus alvos articulatorios, causando, inclusive, distorções de vogais e de consoantes labiais (ROUSE, 2020).

Por outro lado, lesões unilaterais de NMS levam à paresia ou paralisia dos dois terços inferiores contralaterais dos músculos da face, mas têm pouco efeito na fala, enquanto lesões bilaterais de NMS e NMI provocam alterações de fala mais sérias, por afetarem todos os músculos faciais e labiais e, conseqüentemente, sons labiais e labiodentais. Lesões unilaterais de NMI resultam em paresia ou paralisia ipsilateral dos músculos superiores e inferiores, com menor prejuízo de fala. Nesses casos, fasciculações e atrofia dos músculos da fala também estão presentes (ROUSE, 2020).

Portanto, uma lesão unilateral de NMS nesse nervo apresenta paresia no lado contralateral da língua: a língua se desvia da saliência, mas há apenas um leve impacto na articulação. Danos bilaterais de NMS resultam em fraqueza bilateral da língua e, conseqüentemente, em distúrbios articulatorios mais expressivos. As lesões unilaterais de NMI resultam em fraqueza, atrofia, fasciculações ipsilaterais à lesão e

distúrbios articulatórios leves, enquanto as lesões bilaterais de NMI não resultam em desvio de língua devido à fraqueza bilateral, mas são consistentes com problemas de fala mais significativos.

Distúrbios de linguagem expressivos ou receptivos podem gerar alterações prosódicas e, portanto, comprometer a função pragmática da linguagem. Dentre as alterações prosódicas, podem ser citadas quatro: disprosódia, aprosódia, hipermelodia e monotom (ILIOVITZ, 2005).

A disprosódia é definida tradicionalmente na literatura neuropsicológica e neurolinguística como uma perturbação da melodia do discurso (MORATO; FREITAS, 1993) ou como o uso anormal dos correlatos acústicos do acento (BEHRENS, 1988). Em contrapartida, a aprosódia corresponde à não-produção desses correlatos acústicos (BEHRENS, 1988) ou a uma variação profundamente baixa da altura (COLSHER; COOPER; GRAFF-RADFORD, 1987). Considerando que é inevitável, em algum momento do discurso, realizar acentuações, parece mais adequado utilizar o termo “disprosódia” ao se referir a uma diminuição na produção melódica ou na ênfase.

No que concerne à hipermelodia, ela pode ser definida como uma alteração de tessitura, isto é, o deslocamento (para cima ou para baixo) da faixa de F_0 da curva de altura que desvia a curva de tessitura para um intervalo acima da faixa de F_0 de um falante (CAGLIARI; MASSINI-CAGLIARI, 2001). Em geral, lesões cerebrais posteriores à direita podem causar hipermelodia (ILIOVITZ, 2005). O conceito de monotom é, em geral, associado a um tom de voz que apresenta âmbitos limitados da curva de altura (baixas variações de F_0), mas também pode ser descrito como o deslocamento da curva de tessitura para um intervalo abaixo da faixa de F_0 de um falante (CAGLIARI; MASSINI-CAGLIARI, 2001). Nesse caso, lesões cerebrais anteriores à direita podem causar uma fala monotônica (ILIOVITZ, 2005).

A perturbação da alternância rítmica e o âmbito limitado das entonações caracterizam alguns problemas de comunicação expressos pelos sujeitos disártricos: há lentificação generalizada da velocidade de fala, desarranjo rítmico causado pela neutralização da duração silábica, proporção maior de pausas entre as palavras e no meio das palavras, pausas impróprias frequentes para respiração e inspiração longa e variável, inadequação esporádica na marcação da sílaba tônica ou inadequação esporádica na terminação da frase, e não neutralização das vogais átonas finais

(ILIOVITZ, 2005; OLIVEIRA; ORTIZ; VIEIRA, 2004; RIBEIRO; ORTIZ, 2009; SCARPA, 2001; WANG *et al.*, 2005a, 2005b).

2.3.1 Disartria flácida

A disartria flácida é uma patologia específica de NMI que inervam a musculatura da fala, isto é, causada por lesões de nervos cranianos e espinhais (DUFFY, 2012; FERRI, 2014; KUMAR *et al.*, 2011). Seus sinais clínicos fonoaudiológicos costumam ser descritos pela incompetência fonatória e ressonantal e pela insuficiência prosódica, manifestados por fraqueza, hipotonia, reflexos reduzidos, atrofia, fasciculações e fibrilações, bem como fraqueza progressiva com o uso (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1969a; DE SWART *et al.*, 2004).

As lesões de nervo trigêmeo são mais aparentes durante a leitura em voz alta, a conversação e a diadococinesia /pata'ka/ (*Alternated Motion Rate – AMR*). O dano unilateral à divisão motora do nervo craniano V geralmente não afeta perceptivelmente a fala, ao contrário das lesões bilaterais. Devido à incapacidade de elevar a mandíbula bilateralmente, durante as tarefas de AMR, a imprecisão ou a lentidão para /pa/ pode ser maior do que para /ta/ ou /ka/, além de haver redução da precisão ou impossibilidade de articulação de fonemas bilabiais, labiodentais e alveolares, bem como configurações motoras de lábio e língua para a produção de vogais e *glides*.

Quanto às lesões de nervo facial, o efeito da paralisia unilateral do nervo facial na fala é mais visível do que audível. Devido à hipotonicidade da face, especialmente das bochechas, há menor resistência aos picos de pressão do ar intraoral durante a produção de sons sob pressão. A fraqueza facial bilateral pode levar a distorções ou à incapacidade total de produzir /p/, /b/, /m/, /f/ e /v/. Na tarefa de AMR, há imprecisão e lentidão leve de /pa/ por causa da fraqueza labial.

O papel do nervo glossofaríngeo na fala, como já explicado anteriormente, não pode ser avaliado diretamente, mas esse nervo provavelmente exerce influência sobre a ressonância e talvez sobre as funções fonatórias. Portanto, lesões no nervo glossofaríngeo costumam alterar o mecanismo velofaríngeo da fala.

As lesões de nervo vago podem ser categorizadas de quatro formas:

(1) Dano unilateral ao ramo faríngeo causa pouco ou nenhum efeito perceptível na ressonância; porém, danos bilaterais causam grave hipernasalidade, com emissão nasal audível e imprecisão das consoantes de pressão. O volume da voz também

pode estar reduzido devido aos efeitos de amortecimento da cavidade nasal, e o comprimento da frase é reduzido devido ao escape de ar nasal;

(2) Lesões unilaterais abaixo do ramo faríngeo, incluindo os ramos no NLS e no NLR, produzem qualidade vocal afônica ou soprosa, rouquidão, volume e tom reduzidos, diplofonia e quebras de intensidade, com frases curtas devido ao escape de ar através da glote incompletamente aduzida durante a fonação (soprosidade). É frequente o uso da inalação como estratégia compensatória, evidenciando-se estridor ou inalação audível. As lesões bilaterais apenas agravam o quadro da disfonia;

(3) As lesões somente de NLS causam mudanças sutis na voz, pois quando são unilaterais há leve soprosidade ou rouquidão e capacidade levemente reduzida de modular o tom, e quando bilaterais podem causar soprosidade e rouquidão leve a moderada, volume diminuído e capacidade reduzida de modular o tom;

(4) As lesões unilaterais de NLR causam uma qualidade de voz rouca, com diminuição de *loudness*, diplofonia e quebras de *pitch*, e as lesões bilaterais causam estridor inalatório, em que a voz está preservada porque as PPVV são aduzidas próximas à linha média, provocando um comprometimento inspiratório grave.

Por fim, a principal característica das lesões de nervo hipoglosso é a articulação imprecisa dos fonemas linguais. Lesões isoladas e unilaterais do nervo hipoglosso podem ser compensadas em um grau que permite a fala perceptivamente normal, mas lesões bilaterais afetam os sons que requerem elevação da parte anterior ou posterior da língua. A articulação de /t/, /s/, /j/, /tj/ e seus cognatos sonoros, bem como /r/, /l/ e /n/, são mais suscetíveis à fraqueza lingual. Devido à necessidade de movimentar uma massa de língua maior nos fonemas velares, se a fraqueza é mais acentuada, então os fonemas /k/, /g/ e /R/ estarão mais prejudicados; se a fraqueza for limitada à língua, na tarefa de AMR o /pa/ estará preservado, enquanto /ta/ e /ka/ serão imprecisos e/ou lentos. Ademais, a fraqueza de língua pode posteriorizar o foco ressonantal horizontal.

2.3.2 Disartria espástica

Danos às vias motoras descendentes no SNC resultam em sintomas clínicos de lesão de NMS e qualquer processo que danifique bilateralmente as vias de ativação direta e indireta (sistema motor do SNC) causa espasticidade e, portanto, disartria espástica (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1969a). As etiologias para essas lesões

são bastante diversas, como traumas, acidentes vasculares cerebrais, infecções, distúrbios neurodegenerativos e distúrbios metabólicos, portanto ainda é difícil mensurar as suas prevalências (EMOS; ROSNER, 2020). A fraqueza presente nas lesões de NMS afeta grupos musculares provocando “sintomas positivos”, como aumento da atividade muscular e reflexos espinhais exagerados, incluindo hiperreflexia, propagação de reflexos, clônus, espasticidade, espasmos flexores e extensores, e distonia espástica, além de “sintomas negativos”, os quais envolvem perda de controle motor, fraqueza, perda de destreza e fadiga (EMOS; ROSNER, 2020).

Dessa forma, ao contrário da disartria flácida, na qual as alterações de fala se devem à fraqueza de músculos individuais, apresentando atrofia muscular, paralisia de músculos individuais, fasciculações, fibrilações, hipotonia e hiporreflexia, na disartria espástica as alterações de fala se relacionam a padrões de movimentos prejudicados, não sendo possível descrever de maneira fácil ou prática, listando cada nervo craniano e as características de fala associadas à sua função anormal. Por isso, diz-se que há também um prejuízo de controle dos padrões de movimento e não somente na execução do ato motor (DUFFY, 2012). Sendo assim, a disartria espástica geralmente está associada a déficits em todas as bases motoras da fala, o que explica por que a inteligibilidade é tão frequentemente afetada nesses casos.

Na disartria espástica, a fraqueza é manifestada de forma diferente da que ocorre na disartria flácida, que envolve lesões de NMI devido à destruição dos neurônios motores alfa em direção aos músculos específicos. Neste caso, na face, há uma fraqueza característica dos músculos faciais inferiores contralaterais devido a lesões de NMS nos níveis cerebral, mesencéfalo e pontino.

A fraqueza das extremidades é mais proeminente na musculatura distal em comparação aos músculos proximais. Além disso, a pessoa com disartria espástica também manifesta alterações na motricidade envolvida na escrita, pois a fraqueza presente ocorre pelos danos aos NMS que inervam diretamente os neurônios motores alfa da mão (EMOS; ROSNER, 2020).

A espasticidade é definida clinicamente como um aumento dependente da velocidade no tônus muscular: a desinibição dos arcos do reflexo espinhal causa aumento da excitabilidade do reflexo de alongamento muscular que, por sua vez provoca aumentos abruptos no tônus seguidos de diminuição da resistência muscular. Embora os pacientes apresentem fraqueza e espasticidade concomitante, não há

relação entre os graus de fraqueza e os graus de espasticidade, pois esses mecanismos seguem caminhos diferentes no SNC (MUKHERJEE; CHAKRAVARTY, 2010).

No que diz respeito às alterações de fala, uma das dimensões alteradas é a prosódia, representada pela tríade ênfase excessiva e constante e velocidade de fala reduzida, a qual reflete a lentidão dos movimentos individuais e repetitivos: os movimentos lentos reduzem a velocidade da fala e contribuem para a ênfase excessiva e constante pois, quanto menor a velocidade de fala, mais difícil é realizar os ajustes musculares necessários para os ajustes rápidos vocais associados à prosódia normal, como *pitch* e *loudness*.

Além do mais, quanto menor a velocidade de fala, maior é a percepção de ênfase excessiva, já que o prolongamento das sílabas está associado àquelas acentuadas. Em alguns casos, há também insuficiência prosódica associada a alterações vocais, isto é, *monopitch*, *monoloudness*, pouca ênfase e frases curtas, que comumente estão relacionadas à variabilidade vocal reduzida e à dificuldade em promover uma amplitude de movimentos, produzindo sílabas tônicas pouco ou nada acentuadas, sendo difícil distinguir sílabas tônicas e átonas.

O subsistema fonatório também está alterado e caracteriza-se por *pitch* grave, aspereza, sopro, voz tenso-estrangulada e quebras de *pitch*. Essas características parecem refletir a produção da voz através de uma glote estreitada e com tônus aumentado, o que leva a uma adução excessiva que, por vezes, apresenta sonoridade como resposta compensatória. Isso acarreta os prejuízos prosódicos vistos anteriormente: redução secundária do comprimento da frase e da velocidade da fala. Além disso, velocidade de fala reduzida e frases curtas também podem estar relacionadas à lentidão do movimento e à incompetência articulatória e velofaríngea.

A articulação e a ressonância, portanto, são os subsistemas da fala alterados neste caso e as mudanças são manifestadas através da incompetência dos órgãos fonoarticulatórios: poucos movimentos linguais durante a fala, movimentos linguais alternados reduzidos, movimentos labiais reduzidos durante a fala e reduzida manutenção de elevação palatal (IVF). A incompetência articulatório-ressonantal causa inteligibilidade de fala reduzida durante a conversação, bem como percepção de hipernasalidade na fala.

2.3.3 Disartria do neurônio motor superior unilateral

Se danos bilaterais aos NMS causam espasticidade e, obviamente, disartria espástica, danos unilaterais aos NMS também causam espasticidade, porém as alterações fonoaudiológicas são particulares, contralaterais e unilaterais, constituindo outro tipo de disartria: a disartria do neurônio motor superior unilateral (NMSU). Devido à maioria dos nervos cranianos (que suprem os órgãos fonoarticulatórios) receber informações bilaterais dos NMS, muitos músculos responsáveis pelas bases motoras da fala continuam sendo inervados, levando a alterações fonoaudiológicas mais sutis (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1969a; FREED, 2018; ORTIZ, 2006).

As etiologias para a disartria do NMSU são doenças que não produzem efeitos difusos, isto é, lesões focais unilaterais. Entre as causas mais prováveis estão o tumor restrito a apenas um lado do SNC, o trauma cirúrgico e o AVC unilateral (DUFFY, 2012). Este último é a maior causa de disartria de NMSU, inclusive na distribuição das artérias cerebrais posteriores, basilares e, com menor frequência, anteriores (KUMRAL *et al.*, 2007; MELO *et al.*, 1992). Outras possíveis consequências do AVC unilateral, quando no hemisfério esquerdo, são a afasia e a apraxia da fala e, quando no hemisfério direito (LHD), heminegligência do lado esquerdo, distúrbios cognitivos, como déficits de atenção, percepção, memória, praxias e funções executivas, com a presença de anosognosia, heminegligência sensorial, prosopagnosia, alterações de memória visuoespacial e de trabalho, dispraxia construtiva e disfunção executiva (BRYAN; HALE, 2001; DUFFY, 2012; FONSECA *et al.*, 2006).

Quanto às alterações respiratórias, supõe-se que os músculos respiratórios estejam sob controle bilateral dos NMS e, portanto, não sejam significativamente afetados por lesões unilaterais; porém, em alguns casos, a fraqueza respiratória unilateral pode contribuir para frases curtas, *loudness* reduzida e prolongamento de vogais (DUFFY, 2012).

No aspecto fonatório, há uma variabilidade substancial entre os pacientes com disartria do NMSU (KENT; KENT, 2000). Análises acústicas documentaram variações de frequência fundamental e anormalidades em várias medidas de perturbação de amplitude, manifestadas através de hipotonia/flacidez ou hipertonia/espasticidade. Rouquidão e soproidade refletem hipotonia laríngea assimétrica, levando a diferenças entre as PPVV na tensão total ou na massa vibratória, com subsequente oscilação irregular das PPVV. Por outro lado, alguns pacientes apresentam resistência

elevada das vias aéreas laríngeas e pressão subglótica do ar, fluxo aéreo laríngeo reduzido e uma velocidade mais lenta de adução e abdução, com correlatos de aspereza e de tensão sugerindo hiperfunção laríngea (HARTELIUS; THEODOROS; MURDOCH, 2005; KENT; KENT, 2000; MURDOCH; THOMPSON; STOKES, 1994).

Em relação ao subsistema da ressonância, Thompson e Murdoch (1995) caracterizaram as funções velofaríngeas após AVC unilateral e constataram que alguns pacientes possuíam hipernasalidade na fala, outros apresentavam índices acelerométricos nasais anormalmente altos, e em outros houve fraqueza velofaríngea. No entanto, as alterações não estavam presentes em todos os pacientes, o que quer dizer que há uma frequência relativamente baixa de hipernasalidade percebida na disartria de NMSU.

Quanto à articulação, alguns pacientes apresentam fraqueza dos articuladores contralaterais ao lado da lesão, enquanto outros podem apresentar características sugestivas de espasticidade ou ataxia. Pode haver redução de força de movimento na mandíbula contralateral, além de força, resistência e velocidade labiais reduzidas, e diminuição de movimentos e de força de língua com ausência de hipertonía lingual (GOOZÉE *et al.*, 2007; MURDOCH; THOMPSON; STOKES, 1994; THOMPSON; MURDOCH, 1995). Na prosódia, as alterações são manifestadas pela velocidade de leitura lenta e por AMRs lentas e irregulares, com intervalos prolongados e anormalmente variáveis entre as sílabas (KENT; KENT, 2000).

2.3.4 Disartria hipercinética

As disartrias hipercinéticas são produtos de distúrbios no circuito de controle dos gânglios da base, uma estrutura importante para o controle dos movimentos voluntários pois, após o planejamento e a programação da fala, os gânglios da base influenciam na direção, no curso e na amplitude dos movimentos através de suas conexões com o tálamo e o córtex (FREED, 2018; ORTIZ, 2006; PADOVANI, 2011).

Assim, devido às alterações no controle da fala e no fornecimento de um ambiente neuromuscular adequado para a atividade motora voluntária, ocorrem movimentos involuntários anormais, rítmicos ou irregulares e imprevisíveis, rápidos ou lentos, em uma ou mais, ou até mesmo todas, bases motoras da fala (DUFFY, 2012). A descrição mais antiga das disartrias hipercinéticas era baseada em dois grupos clínicos: coreia ou distonia (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1969a, 1969b). Contudo,

os padrões de fala motora em tais disartrias são diversos e, por isso, as disartrias hipercinéticas são escritas no plural, justamente para denotar uma variabilidade dentro dessa classe (DIEHL *et al.*, 2019).

De modo geral, a fala hipercinética dá a impressão de que está sendo executada normalmente, mas de repente é interferida por movimentos involuntários regulares ou imprevisíveis que a distorcem, retardam ou interrompem. Os distúrbios de fala compreendem velocidade variável, intervalos prolongados, silêncios inadequados, variabilidade reduzida de *pitch*, articulação irregular e imprecisa, desvios fonatórios, e inspiração ou expiração forçadas (DIEHL *et al.*, 2019).

As disartrias hipercinéticas são encontradas com uma frequência bastante alta; no entanto, essa estimativa inclui o tremor essencial responsável por cerca de 70% dos casos hipercinéticos³. As disartrias hipercinéticas podem ser causadas por qualquer processo que danifique os circuitos associados às hipercinesias, como condições tóxico-metabólicas (3%), degenerativas (2%), vasculares (1%), traumáticas (1%), infecciosas, inflamatórias, neoplásicas etc. (ENDERBY, 2013).

2.3.5 Disartria hipocinética

Anteriormente, esse tipo de disartria se destinava unicamente à fala de pacientes com Doença de Parkinson (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1969a, 1969b). No entanto, apesar de a doença de Parkinson (DP) ser a doença prototípica, ela não é a única associada a esse tipo de disartria. A disartria hipocinética é um distúrbio da fala motora perceptivamente distinto e associado aos danos no circuito de controle dos gânglios da base que, embora estejam associados às síndromes parkinsonianas, como a DP, também acometem um grupo heterogêneo de distúrbios neurodegenerativos, nos quais as características parkinsonianas estão manifestadas, como a Paralisia Supranuclear Progressiva (HARTELIUS; THEODOROS; MURDOCH, 2005).

Além disso, a fala de pacientes com DP pode refletir mais do que disartria hipocinética: medicamentos antiparkinsonianos, por exemplo, podem causar movimentos involuntários que resultam em disartria hipercinética-hipocinética (DUFFY, 2012; HARTELIUS; THEODOROS; MURDOCH, 2005). Portanto, qualquer

³ Com base nos dados dos diagnósticos de distúrbios da comunicação primária na prática de Fonoaudiologia da Clínica Mayo.

processo que interfira nas funções do circuito de controle dos gânglios da base pode causar disartria hipocinética.

Na disartria hipocinética, os danos aos gânglios da base acontecem de forma diferente e geram padrões de movimento igualmente distintos. A perda de dopamina estriatal leva à inibição excessiva do globo pálido, ocasionando uma desinibição do núcleo subtalâmico, o qual proporciona um *drive* excitatório excessivo aos núcleos de saída dos gânglios da base pelo trajeto indireto, causando inibição talâmica. Esse circuito é reforçado pela entrada inibitória reduzida aos núcleos de saída dos gânglios da base pelo trajeto direto, também resultando na inibição dos neurônios talamocorticais (DELONG, 1990; PONZONI; GARCIA-CAIRASCO, 1995).

O déficit nos circuitos dos gânglios da base produz efeitos na iniciação de movimentos (acinesia), na velocidade de movimentos (bradicinesia), no tônus muscular (rigidez) e no controle do movimento (tremor), interferindo na fonação devido à rigidez muscular, que acarreta fechamento incompleto das PPVV, movimentos de adução e abdução assimétricos, e dificuldade em sonorizar e dessonorizar; na ressonância, devido à rigidez, que pode causar o fechamento velofaríngeo reduzido; e na articulação, devido à força reduzida e/ou à fraqueza no controle muscular, rigidez, aceleração, tremor de lábios e língua (FREED, 2018; ORTIZ, 2006).

2.3.6 Disartria atáxica

Como visto anteriormente, o cerebelo atua em dois mecanismos de integração sensório-motora: no ato de planejar e de programar o ato motor (*feedforward*), e na modificação e na correção de movimentos na execução da fala (*feedback*), o que significa dizer que, ao contrário da disartria flácida e espástica, que são problemas predominantemente de execução neuromuscular, a disartria atáxica reflete majoritariamente problemas de controle motor (DUFFY, 2012; ORTIZ, 2006; TOURVILLE; GUENTHER, 2011).

Lesões no cerebelo vermal e paravermal anterior e córtex lateral adjacente bilateralmente têm sido associadas a rupturas na produção da fala, caracterizadas por um comprometimento da capacidade de produzir a fala com *timing* fluente e coordenação gestual (BOHLAND; GUENTHER, 2006; GHOSH; TOURVILLE; GUENTHER, 2008; TOURVILLE; REILLY; GUENTHER, 2008; URBAN *et al.*, 2003). A região cerebelar é tipicamente ativa bilateralmente durante a produção evidente de

fala e, portanto, qualquer processo que danifique o cerebelo ou o circuito de controle cerebelar pode causar disartria atáxica (DUFFY, 2012).

A percepção da fala de uma pessoa com disartria atáxica não é de fraqueza subjacente, resistência ou restrição ao movimento, mas de uma atividade com tempo, controle e coordenação mal definidos (DUFFY, 2012). A disartria atáxica é caracterizada pelo prejuízo na coordenação ou no controle dos padrões de movimento, em vez de déficits em músculos individuais, e manifesta-se, de modo geral, pela imprecisão articulatória, pelo excesso prosódico ou pela insuficiência prosódico-fonatória (MURDOCH, 2005).

As tarefas de AMRs, de conversação e de leitura apontam quebras articulares irregulares e anormalidades prosódicas manifestadas por consoantes imprecisas, distorção de vogais, prolongamento de fonemas, prolongamento de intervalos, velocidade de fala reduzida, *monopitch* e *monoloudness*, além de qualidade vocal áspera (DUFFY, 2012; FREED, 2018; ORTIZ, 2006).

Em relação à ressonância, a hipernasalidade ocorre raramente na disartria atáxica, mas a hiponasalidade intermitente é evidente em alguns falantes. Presumivelmente, essas ocorrências pouco frequentes refletem o momento inadequado dos gestos velofaríngeos e articulatorios para consoantes nasais. Embora incomum, a hiponasalidade intermitente é mais frequentemente encontrada na disartria atáxica do que em outros tipos de disartria (DUFFY, 2012).

2.3.7 Disartria mista

A imposição de divisões funcionais e anatômicas no sistema nervoso é útil para estabelecer uma estrutura e para localizar e categorizar doenças do sistema nervoso; porém, na prática, essas divisões podem não ser obedecidas pelas entidades patológicas que não sejam focais ou compartimentalizadas (DUFFY, 2012). Isso significa dizer que, em geral, as doenças neurológicas que afetam a produção da fala não se limitam a um único componente do sistema motor. Devido às doenças neurológicas nem sempre se restringirem a divisões impostas teoricamente, como resultado, ocorre a manifestação de diversos tipos de disartria num mesmo quadro clínico, caracterizando a disartria mista (ORTIZ, 2006).

As disartrias mistas ocorrem com maior frequência e podem ser causadas por muitas condições em cada uma das amplas categorias de doenças neurológicas. Mais

do que qualquer outro tipo de disartria, elas resultam de eventos neurológicos combinados (múltiplos AVCs) ou da coocorrência de doenças neurológicas (AVC associado à DP), mas indubitavelmente as principais causas de disartria mista são doenças neurodegenerativas (cerca de 78%), uma vez que afetam mais de uma porção do sistema nervoso (DUFFY, 2012).

2.4 MÉTODOS PERCEPTIVOS E INSTRUMENTAIS NA AVALIAÇÃO DA DISARTRIA

Sendo a disartria uma categoria de TMFs na qual se observa a coexistência de desvios em diversos subsistemas da produção da fala, o reconhecimento e a compreensão dos parâmetros alterados e das bases neurofisiológicas subjacentes são de extrema valia (BEHLAU *et al.*, 2005b; DUFFY, 2019). Desse modo, a avaliação fonoaudiológica da disartria deve possibilitar a compreensão da organização do sistema nervoso no controle motor da fala, contribuir no diagnóstico diferencial e na localização da doenças neurológica e, principalmente, direcionar a conduta terapêutica (DUFFY, 2019).

Os TMFs podem ser estudados de várias maneiras, as quais contribuem para sua caracterização e compreensão. Os métodos podem ser classificados em dois grandes títulos: perceptivos e instrumentais. Cada método possui pontos fortes e fracos, cada um tem uma sensibilidade variável a anormalidades em diferentes partes do sistema de fala e cada um tem uma relevância variada para as numerosas questões clínicas e teóricas importantes para sua compreensão. [...] O progresso na área provavelmente será maior se as informações derivadas de estudos perceptivos e instrumentais puderem ser integradas a uma rica descrição dos distúrbios. (DUFFY, 2012, p. 30).

A avaliação fonoaudiológica da disartria é essencialmente perceptiva, podendo ser complementada por análise acústica e métodos fisiológicos de avaliação vocal e laríngea (BEHLAU, 2005). Os métodos perceptivos (formais e informais) baseiam-se principalmente nos atributos perceptivo-auditivos da fala e são considerados o padrão-ouro para o diagnóstico diferencial clínico, para os julgamentos de gravidade e para a tomada de decisões (KENT, 1996). Métodos formais de avaliação são protocolos padronizados e publicados com as instruções de aplicação, geralmente com dados normativos, de validade e de confiabilidade, entre os quais estão a Avaliação da Disartria de Frenchay (ENDERBY, 1980; ENDERBY; PALMER, 2008) e a Escala Mayo de Classificação da Disartria (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1969a).

O impacto da disartria na comunicação também pode ser estimado por medidas formais de avaliação da limitação de atividade e de restrição de participação (ACEITUNO *et al.*, 2018; RUMBACH; FINCH; STEVENSON, 2019). Entre as medidas de limitação de atividade mais usuais que avaliam a inteligibilidade de fala estão a Avaliação da Inteligibilidade da Fala Disártrica (Yorkston, Beukelman & Traynor, 1984), o Teste de Inteligibilidade de Sentenças (Yorkston, Beukelman & Tice, 1996), o Teste de Inteligibilidade de Palavras (KENT *et al.*, 1989), a Escala de Classificação da Inteligibilidade (DUFFY, 2012), todos para o idioma inglês, e o Protocolo de Avaliação da Inteligibilidade de Fala (PAIF) para o PB (BARRETO; ORTIZ, 2016). Entre as medidas formais de restrição de participação estão o Perfil do Impacto da Disartria (WALSHE; PEACH; MILLER, 2009), o Índice de Eficácia da Comunicação (YORKSTON *et al.*, 1999) e o Protocolo “Vivendo com Disartria” (VcD) (PUHL *et al.*, 2009), adaptado para o PB (HARTELIUS *et al.*, 2008).

Os instrumentos informais de avaliação, apesar da estrutura variável e da ausência de dados normativos ou psicométricos, costumam ser o tipo de avaliação mais utilizado na clínica fonoaudiológica. São exemplos desses instrumentos os exames oromotores informais, as escalas informais de avaliação dos subsistemas da produção da fala (respiração, fonação, articulação, ressonância e prosódia), o uso de triagem fonológica para analisar informalmente a articulação, a observação e a gravação da fala encadeada na leitura e na conversação, a ordenação de situações de dificuldade na comunicação e as avaliações de participação social dos pacientes e das pessoas relacionadas (RUMBACH; FINCH; STEVENSON, 2019).

Tais instrumentos são amplamente utilizados por abrangerem os três domínios (deficiência, limitação de atividades e restrição de participação) da Classificação Internacional da Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001), recomendada para orientar a compreensão e a avaliação holística da disartria por meio da pontuação dos seus qualificadores (DYKSTRA; HAKEL; ADAMS, 2007; HARTELIUS; MILLER, 2010). A estrutura e a classificação da CIF também são úteis no planejamento de pesquisas, pois sua estrutura hierárquica oferece suporte a investigações científicas para analisar domínios específicos e, além disso, os qualificadores da CIF auxiliam a documentar a extensão de um problema quando usados em combinação com qualquer nível de detalhe escolhido (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013).

Como resultado da evolução instrumental do século passado, tecnologias computacionais começaram a ser utilizadas na área da saúde, transformando-se em métodos instrumentais de avaliação. Infelizmente, a maioria dos instrumentos ainda é de difícil acesso aos clínicos e, desta forma, o seu uso fica restrito à área da pesquisa. Inicialmente os métodos instrumentais destinavam-se à análise acústica vocal e articulatória, utilizando oscilógrafos, espectrógrafos, eletromiógrafos e palatômetros, e proporcionaram avanços consideráveis na Fonoaudiologia em virtude da maior objetividade da avaliação e pela possibilidade de análises minuciosas da fala (PORTALETE, 2017; SILVA, 2002). Apesar de ser improvável que os métodos instrumentais, por mais sofisticados que sejam, substituam os perceptivos, esses métodos de avaliação melhoram a objetividade da avaliação fonoaudiológica, fornecem valiosas evidências diagnósticas confirmatórias e auxiliam na descrição e no entendimento dos TMFs (DUFFY; KENT, 2001).

Em relação à avaliação da fala disártrica, existem métodos instrumentais, como as avaliações vocais acústicas, os exames de imagem e as avaliações fisiológicas, que aprimoram a análise das alterações das subsistemas da produção da fala e solucionam dúvidas quanto à gravidade das alterações (TYKALOVÁ, 2016). Além de auxiliarem a determinar o diagnóstico diferencial entre as alterações da fala, essas avaliações podem auxiliar na compreensão da fisiopatologia, na localização da lesão cerebral e na reabilitação fonoaudiológica (POSTUMA *et al.*, 2012; RAMIG *et al.*, 1988).

Entretanto, com algumas exceções importantes, os métodos instrumentais ainda não são amplamente utilizados na avaliação e na reabilitação dos TMFs, provavelmente pela carência de padronização, de normatização para tarefas de fala e de parâmetros para medição instrumental, além da complexidade e do alto custo da instrumentação para uso no cotidiano clínico. A experiência limitada dos clínicos no uso das avaliações instrumentais e a escassez de evidências para apoiar o valor da instrumentação para diagnóstico e tratamento também contribuem para a falta de utilização dessas tecnologias, pois a fidedignidade das avaliações depende da correta aplicação dos protocolos de teste, desde a padronização das instruções, a apresentação dos estímulos ao falante e a produção do falante até a interpretação dos resultados pelo avaliador (PORTALETE; FERNANDES; PAGLIARIN, 2018).

No intuito de contribuir com a produção de evidências para apoiar o valor da instrumentação para diagnóstico e tratamento clínico, esta pesquisa utiliza métodos

instrumentais de avaliação, como a nasometria, a eletroglotografia e a análise acústica vocal e a ultrassonografia dos movimentos de língua. Para a escolha desses instrumentos, considerou-se os subsistemas da produção da fala de maior impacto na inteligibilidade de fala, sendo elas a ressonância, a fonação e a articulação; a respiração e a prosódia foram avaliadas somente por métodos perceptivos. No tratamento dos subsistemas da ressonância, da fonação e da articulação, foram utilizados para *biofeedback* visual instrumental nasômetro para apoiar os exercícios de ressonância; o eletroglotógrafo, os exercícios de fonação; e o ultrassom, os exercícios de articulação dos movimentos de língua.

2.6.1 Nasometria

As alterações de ressonância presentes na fala disártrica fazem parte das Disfunções Velofaríngeas (DVF) do tipo Incompetência Velofaríngea (IVF), pois resultam de distúrbios no processo motor básico responsável por regular a contração dos músculos do palato mole e da faringe, acarretando prejuízos de força e limitação da extensão de movimentos (TANAKA *et al.*, 2019; WOO *et al.*, 2019). Entre as manifestações clínicas mais frequentes da disartria está a hipernasalidade, a qual pode ser descrita como um desvio na qualidade vocal percebido como um excesso de energia acústica nasal durante a produção de sons orais (BAKEN; ORLIKOFF, 2000; MITUUTI *et al.*, 2010; TRINDADE *et al.*, 2005).

É por meio da avaliação perceptivo-auditiva da fala que são identificadas as alterações de ressonância sugestivas de DVF. Essa avaliação é um método importante e confiável para observar as diferenças na qualidade vocal que podem influenciar no julgamento da ressonância e identificar o contexto fonético em que a nasalidade ocorre. Ainda assim, as informações a respeito da nasalidade advindas de uma avaliação perceptivo-auditiva podem ser limitadas em função de sua subjetividade e da grande variabilidade de teste-reteste (LIMA, 2006; TRINDADE *et al.*, 2005). Ademais, a avaliação perceptivo-auditiva não é suficiente para determinar a etiologia da disfunção (insuficiência, incompetência ou erro de aprendizagem do mecanismo velofaríngeo) e, dessa forma, são necessárias provas terapêuticas para avaliar a estimulabilidade do paciente e os sinais de possibilidade de fechamento velofaríngeo na emissão de sons orais (POLZIN, 2017).

Atualmente, pesquisas têm recomendado aliar métodos instrumentais complementares mais próximos da objetividade aos métodos perceptivos para examinar o déficit fisiológico, comprovar as impressões clínicas e identificar a melhor conduta de tratamento. Um dos métodos instrumentais empregados para complementar a avaliação da nasalidade é a nasometria, a qual, por meio do equipamento nasômetro, mensura o percentual de nasalância pela equação $nasalância = 100 \times P_n / (P_o + P_n)$, em que P_n e P_o são a raiz da velocidade quadrática média nas narinas (pressão nasal) e lábios (pressão oral) (FUKUSHIRO, 2007; MURDOCH, 2005; PEGORARO-KROOK *et al.*, 2014; POLZIN, 2017; SAMPAIO-TEIXEIRA *et al.*, 2019; WOO *et al.*, 2019).

A nasometria permite confirmar o julgamento perceptivo de hipernasalidade na presença de valores de nasalância acima de 27% para estímulos orais, ou de hiponasalidade, quando valores de nasalância para estímulos nasais estiverem abaixo de 43% (TRINDADE; GENARO; DALSTON, 1997). Embora tenha sido desenvolvida para avaliação de crianças com fissura labiopalatina (FLP), a nasometria é uma técnica que tem sido aproveitada para a avaliação da disartria para mensurar a DVF com hipernasalidade ou hiponasalidade.

Recentemente, um estudo indicou que a nasometria mostrou ser um marcador útil na avaliação dos sintomas relacionados à DVF e ao efeito da intervenção protética com prótese levantadora de palato em pacientes com atrofia muscular bulboespinal, pois permitiu identificar a melhora da ressonância durante a fala devido à elevação do palato mole (TANAKA *et al.*, 2019). Outra pesquisa combinou dois modelos acústicos e criou o recurso NAP – Nasalização-Precisão Articulatória (do inglês, *Nasalization-Articulation Precision*) para avaliar adultos saudáveis e disártricos com diferentes doenças neurológicas, descrevendo a relação entre precisão articulatória e hipernasalidade (SAXON *et al.*, 2019).

Saxon *et al.* (2019) identificaram que o método instrumental foi sensível para capturar elementos na fala hipernasal de adultos saudáveis; porém, os resultados foram controversos na estimativa de hipernasalidade na fala disártrica com maior imprecisão articulatória devido à complexidade de análise isolada da nasalidade em graus mais severos da disartria. Isso permite dizer que esse método instrumental também provê dados relativos ao estado de conservação das demais bases motoras, além de ser uma ferramenta bastante vantajosa para avaliar a progressão da doença

e dos consequentes comprometimentos de fala, além de verificar os efeitos dos tratamentos empregados na reabilitação dos pacientes com disartria.

2.6.2 Medidas vocais acústicas de fonte glótica

A avaliação vocal deve contemplar a multidimensionalidade da voz, isto é, integrar os aspectos fisiológicos, perceptuais, aerodinâmicos, acústicos e emocionais nos métodos de avaliação, com o intuito de compreender o funcionamento do trato vocal, de aprimorar o diagnóstico das disfonias e de avaliar a efetividade da terapia vocal (DEJONCKERE *et al.*, 2001; LOPES *et al.*, 2018; SCHWARZ, 2006).

Tradicionalmente, na clínica fonoaudiológica, a avaliação vocal é realizada por meio de uma avaliação perceptivo-auditiva, geralmente realizada a partir de uma escala analógico-visual considerada padrão-ouro para a avaliação vocal; de questionários de autoavaliação vocal, que mensuram e descrevem as sensações vocais subjetivas da pessoa; e de uma análise acústica vocal instrumental, de caráter objetivo e não invasivo, a qual fornece parâmetros acústicos, dados gráficos e numéricos sobre a qualidade vocal (LIMA, 2013; VOGEL, 2011).

A análise acústica vocal instrumental mensura os sinais acústicos da produção vocal e fornece informações sobre o padrão vibratório das PPVV, a forma do trato vocal, as mudanças fisiológicas durante a emissão vocal e a fisiopatologia da laringe (BEBER; CIELO, 2010a; VELASCO GARCÍA *et al.*, 2011). No entanto, a despeito do seu caráter objetivo, a análise acústica não substitui o método perceptivo pois a interpretação dos dados deve considerar que algumas características anatômicas e fisiológicas dos falantes interferem nos parâmetros vocais acústicos. Por isso, há diferenças importantes em relação aos padrões de normalidade da literatura ou dos *softwares* de análise (BEBER; CIELO, 2010a, 2010b).

Devido às vantagens da análise acústica para avaliação, entre elas a fácil execução e o baixo custo, os especialistas em voz incorporaram a análise acústica à rotina clínica para fins terapêuticos, já que, através da visualização de dados gráficos e numéricos, é possível fornecer um *biofeedback* visual ao paciente e promover o uso saudável e adequado da voz dos pacientes em fonoterapia (SCHWARZ, 2006).

Assim, a análise acústica vocal instrumental é considerada uma ferramenta bastante útil e precisa tanto para fins de diagnóstico, em virtude da descrição objetiva de distintas disfunções vocais inclusive na disartria, quanto para documentação dos

efeitos da terapia, devido à aplicação de algoritmos conhecidos para o cálculo de índices de perturbação para avaliar a disfunção vocal (KENT *et al.*, 2003; SHAO *et al.*, 2010; WANG *et al.*, 2009).

Em razão de a disfunção fonatória ser um sintoma frequente e bastante perceptível na disartria, a avaliação vocal perceptivo-auditiva isolada pode ser uma tarefa difícil, pois, além da magnitude da própria alteração vocal, o distúrbio vocal geralmente está associado a comprometimentos nos demais subsistemas da fala (KENT *et al.*, 2003). Portanto, por ser uma técnica que consiste na simples emissão sustentada de uma vogal, sem interferência de outras alterações no procedimento e julgamento clínico, a análise acústica auxilia a analisar a emissão vocal e a solucionar dúvidas quanto à intensidade do desvio e à qualidade vocal (DUFFY, 2012).

As vantagens da análise acústica vocal instrumental em casos de disartria estão, por exemplo na avaliação da disartria do NMSU devido a um AVC unilateral pois, devido à maioria dos nervos cranianos receber informações bilaterais dos NMS, nesses casos as musculaturas da base fonatória continuam sendo inervadas, gerando alterações fonoaudiológicas sutis, as quais podem gerar dúvidas através de avaliações perceptivas (URBAN *et al.*, 2006).

Um dos *softwares* utilizados para análise vocal é o *Multi-Dimensional Voice Program - Advanced* (MDVP-A) da KayPENTAX Inc. (atual PENTAX Medical Inc., Montvale, NJ), o qual extrai até 33 parâmetros vocais a partir de uma única emissão, representando-os graficamente e comparando-os com valores normativos próprios do *software*, cuja confiabilidade e adequação foram previamente relatadas como satisfatórias para a análise da disfunção vocal de disartrias de tipo e gravidade variados (KENT *et al.*, 2003).

2.6.3 Eletroglotografia

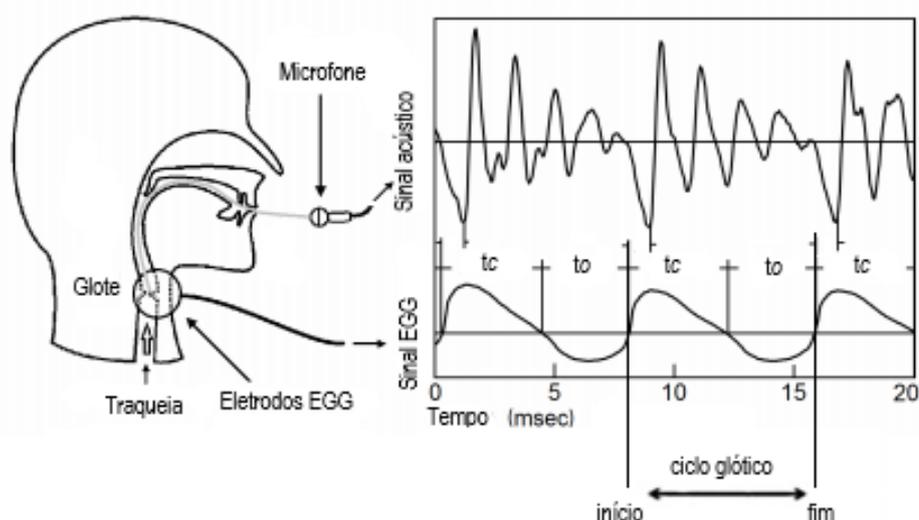
Devido à falta de um entendimento completo da fisiologia vocal, nas últimas décadas foram desenvolvidas técnicas de avaliação para observar os movimentos presentes na emissão vocal, dentre os quais os métodos visuais mostraram-se úteis ao fornecerem uma grande quantidade de informações objetivas (KÖSTER *et al.*, 1999). Como uma das ferramentas de análise instrumental da voz, tem-se a eletroglotografia (EGG), criada por Fabre (1957) e caracterizada como uma técnica de avaliação fisiológica não invasiva que permite estimar a variação da área de

contato entre as PPVV durante a produção da voz, analisar a forma da onda glótica e identificar os déficits na biomecânica laríngea (FARIA *et al.*, 2012).

A EGG se baseia no princípio de que o tecido humano é um condutor de corrente elétrica: uma corrente elétrica pequena e de alta frequência é transmitida entre dois eletrodos que são posicionados externamente sobre os lados da cartilagem tireóidea ao nível da laringe (SCIAMARELLA; D'ALESSANDRO, 2004). Sendo o tecido humano um condutor elétrico, a abertura glótica restringe o caminho da condução elétrica, enquanto o fechamento glótico aumenta a condução elétrica; essas variações na impedância elétrica resultam numa oscilação no fluxo entre os eletrodos e, portanto, no sinal eletroglotográfico (Figura 5) (GUIMARÃES, 2007; MOURÃO; BASSI; GAMA, 2011; SCIAMARELLA; D'ALESSANDRO, 2004).

A simulação numérica do sinal eletroglotográfico é obtida executando o algoritmo computacional e plotando $a(t)$ através da equação desenvolvida por Childers *et al.* (1986): $a(t) = Lg \times xc(t)$, em que $a(t)$ é a área de contato entre as PPVV em função do tempo, Lg é o comprimento das PPVV e $xc(t)$ é a distância em função do tempo.

Figura 5 – Correlação temporal de sinais vocais e eletroglotográficos.



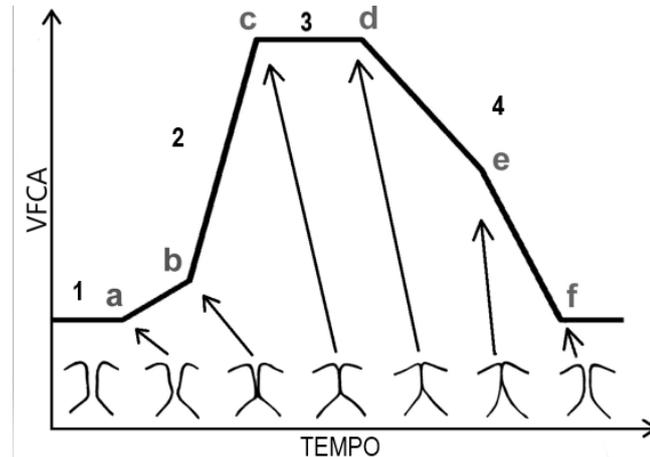
Legenda: t_c = fase de fechamento; t_o = fase de abertura.

Fonte: Adaptado e traduzido de Chen (2016).

Por meio da obtenção do traçado da onda eletroglotográfica (Figura 6), é possível medir a variação do contato da mucosa das PPVV no decorrer do tempo e no sentido pósterio-anterior e ínfero-superior da borda livre durante o ciclo vibratório,

refletindo a quantidade de impedância transversal ao nível da laringe (BAKEN, 1992; HAMPALA et al., 2016).

Figura 6 – Forma “ideal” de onda glótica (Lx) e representação do ciclo glótico.



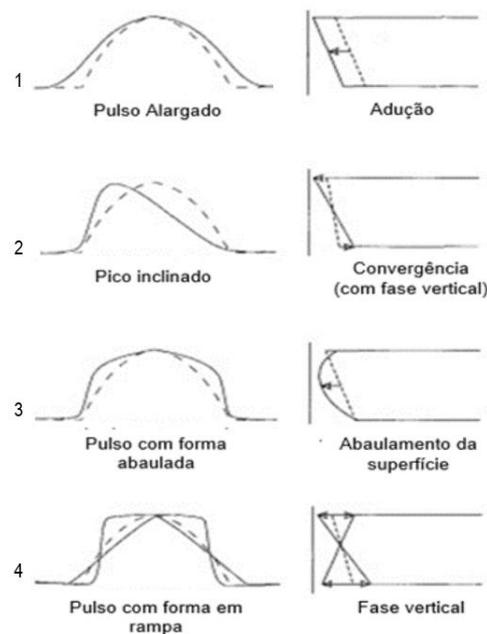
Legenda: VFCA (do inglês *Vocal Fold Contact Area*): área de contato da prega vocal. 1 indica o início do ciclo glótico (pico do fluxo glotal) na fase aberta, havendo provavelmente⁴ um contato mínimo de PPVV; 2 indica a fase de fechamento glótico, iniciado no ponto de inflexão em a e alcançado em c; 3 sinaliza a fase fechada entre c e d (extensão do platô); 4 é a fase de abertura, quando a área de contato diminui novamente até que um mínimo seja atingido novamente em f, quando há nova fase aberta.

Fonte: Adaptado e traduzido de Baken, 1992 e Hampala *et al.*, 2016.

A análise qualitativa do eletroglotograma, onde o sinal eletroglotográfico é visualizado, permite caracterizar o vozeamento sob diversos parâmetros: configuração do formato da onda (Figura 7); amplitude; periodicidade dos ciclos; e presença ou ausência de joelho (TITZE, 1990).

⁴ O contato das PPVV só pode ser identificado com precisão pela técnica de quimografia.

Figura 7 – Parâmetros de variações geométricas da glote.



Legenda: 1. Pulso alargado: observa-se um deslocamento uniforme de toda a borda livre em direção à linha média, indicando adução glótica; 2. Pico inclinado: há um aumento de convergência na glote, em que uma prega vocal apresenta um ângulo mais agudo; 3. Pulso com forma abaulada: presença de dois joelhos no traçado; 4. Pulso com forma em rampa: a diferença no ângulo de fase entre as margens superior e inferior da borda livre das PPVV modifica a forma da onda para uma imagem mais quadrangular (diferença pequena) ou mais triangular (diferença grande).

Fonte: (TITZE, 1990).

Além da análise qualitativa da onda glótica, medidas eletroglotográficas de frequência fundamental ($F_{0\text{EGG}}$), índice de perturbação de frequência ($jitter_{\text{EGG}}$) e quociente ou coeficiente de contato (CQ_{EGG}) podem ser extraídas. A $F_{0\text{EGG}}$ é a razão de vibração quase periódica das PPVV obtida pelo mesmo cálculo das medidas acústicas; o $jitter_{\text{EGG}}$ é similar ao $jitter$ acústico e representa a variabilidade ciclo a ciclo do período da F_0 nos sinais de EGG em porcentagem; o CQ_{EGG} é uma medida da proporção relativa de fechamento glotal dentro de um período vibratório glotal, obtida pela equação $QC = t_c / (t_c + t_o)$, sendo t_c a duração da fase de fechamento e t_o a duração da fase de abertura, cujos valores dependem do algoritmo utilizado para obter o início e o término das fases de abertura e fechamento das PPVV (HERBST; FITCH; ŠVEC, 2010; MOURÃO; BASSI; GAMA, 2011; SCHERER; VAIL; ROCKWELL, 1993).

As informações referentes à dinâmica do ciclo vibratório de PPVV revelam a eficiência da coaptação glótica num curto intervalo de tempo, como a análise da

amplitude do sinal e o contato entre as PPVV, as quais são diretamente proporcionais e podem indicar alterações fonatórias e fonéticas (GREGIO *et al.*, 2011; WIETHAN *et al.*, 2015).

É sabido que as alterações fonatórias provocam um desequilíbrio no funcionamento coordenado da fonação, apresentando irregularidades vibratórias, as quais podem ser identificadas e confirmadas pela EGG (MOURÃO; BASSI; GAMA, 2011). Mas, além disso, existem alterações fonéticas que também podem ser identificadas pelo sinal eletroglotográfico. Gregio *et al.* (2011) utilizaram a EGG para observar a dinâmica glótica envolvida durante a fala de adultos com dificuldade de sonorizar consoantes obstruintes e os resultados permitiram enriquecer as interpretações sobre os mecanismos de coordenação de ajustes glóticos e supraglóticos, especificamente no que se refere à singularidade das manifestações clínicas fonéticas (GREGIO *et al.*, 2011).

Um estudo normativo sobre o vozeamento em falantes franceses indicou valores de normalidade de CQ_{EGG} entre 40% e 60%, sendo que valores até 40% são indicativos de hipoadução glótica e valores maiores que 60% indicam hiperadução glótica (GHIO, 2009). Dependendo dos algoritmos presentes em alguns *softwares* de EGG, também é possível extrair o coeficiente ou quociente de abertura (OQ) para verificar a eficiência do uso da voz, isto é, o controle da abdução das PPVV, sendo uma medida importante para avaliação de pacientes com hipertonía laríngea, por exemplo (KOISHI *et al.*, 2003; TITZE, 1984).

No entanto, a EGG não é a técnica ideal para estimar valores de OQ pois, ao contrário do início da fase de fechamento, que é bem delimitado na EGG, o início da fase de abertura não pode ser determinado com precisão. Dessa forma, a estimativa dos valores de OQ derivados de EGG (OQ_{EGG}) só é válida em casos em que a exatidão não é necessária, como na prática clínica de avaliação de alterações vocais resultantes de diferentes ajustes fonatórios ou de disfonias funcionais (HACKI, 1996; SZKIEŁKOWSKA *et al.*, 2018). Para observar a fase de abertura glótica, é preferível estimar valores de “quociente de quase-abertura” (qOQ), baseado no sinal da Lx definido simplesmente pelo componente negativo na curva da EGG (HACKI, 1996; SOUSA; FERREIRA, 2010).

Levando em consideração que a fonação requer um controle motor refinado, qualquer sinal de fraqueza, lentidão ou incoordenação da musculatura laríngea é percebido na voz e causa impactos na comunicação. À vista disso, apesar da queixa

principal dos pacientes disártricos costumar ser a ineficácia da comunicação devido à dificuldade articulatória, ou “fala enrolada”, um dos pré-requisitos para o diagnóstico e a reabilitação das disartrias é a avaliação adequada da função fonatória (CARILLO; ORTIZ, 2007; KÖSTER *et al.*, 1999).

2.6.4 Ultrassonografia

A avaliação da base articulatória por meio de métodos instrumentais pode ser realizada, conforme documentado em alguns estudos, por diferentes instrumentos, tais com: eletropalatografia, eletropalatografia sensível à pressão, ressonância magnética, articulografia eletromagnética, radiografia e ultrassonografia (USG) (BACSFALVI; BERNHARDT, 2011; JESUS; REIS, 2012; MURDOCH, 2011; MURDOCH; KURUVILLA; GOOZÉE, 2012; NORDBERG; CARLSSON; LOHMANDER, 2011; ZHARKOVA, 2013).

Por ser uma técnica bastante segura, confiável e minimamente invasiva, a USG é um exame de imagem amplamente utilizado na clínica médica para fins diagnósticos. Na Fonoaudiologia, a USG surgiu particularmente para fins de avaliação instrumental articulatória, vocal, de motricidade orofacial e de deglutição. Até o momento, muitas pesquisas sobre a USG na fonoaudiologia apresentam um objeto de estudo em comum: a análise dos movimentos de língua durante a articulação (BARBERENA *et al.*, 2014).

Independentemente das diferentes finalidades, todos os estudos que se propuseram a investigar a base articulatória através da USG reconheceram sua viabilidade e validade na avaliação instrumental dos movimentos de língua durante a articulação, em diferentes distúrbios dos sons da fala e em pacientes de diferentes faixas etárias. Por outro lado, esses mesmos estudos atentam para o fato de que a USG não seja considerada um método instrumental objetivo ou alternativo à avaliação perceptivo-auditiva (BAKEN; ORLIKOFF, 2000; BARBERENA, 2016; BARBERENA *et al.*, 2014; MARCHAL; REIS, 2012; MURDOCH, 2005; PORTALETE, 2017).

Na avaliação articulatória, embora a USG permita a visualização do gesto articulatório através dos *frames* da língua durante a produção de determinado som, as medidas dos contornos de língua são obtidas de acordo com o traçado elaborado pelo próprio examinador e interpretadas a seu critério. Assim, a fidelidade da avaliação e a adequada interpretação dos dados do exame estão sujeitas a fatores subjetivos,

como a experiência prévia do examinador (BARBERENA *et al.*, 2017; PORTALETE, 2017).

Além disso, a USG não oferece informações suficientes sobre a base articulatória que justifiquem a substituição do método perceptivo; apesar da limitação que esses métodos possuem em observar completamente os movimentos da língua durante a produção de alguns sons, a USG também tem suas restrições pois revela apenas o movimento da língua, ignorando outras estruturas, como lábios, bochechas e véu palatino, importantes para a articulação de diversos sons (BAKEN; ORLIKOFF, 2000; CARILLO; ORTIZ, 2007; PORTALETE, 2017; SILVA, 2002).

Com relação à USG para avaliação instrumental da base articulatória na fala disártrica, pouco se tem pesquisado; diante disso, considerando que a disartria é um DMF resultante de prejuízos no controle muscular dos mecanismos envolvidos na articulação, pesquisas relacionando a USG e outros métodos instrumentais com a avaliação da fala disártrica devem ser encorajadas para promover a documentação mais completa de informações articulatórias nessa população (MURDOCH, 2011; MURDOCH; KURUVILLA; GOOZÉE, 2012).

No intuito de caracterizar os movimentos de língua envolvidos na articulação, a interpretação das análises ultrassonográficas de língua apoia-se em modelos dinâmicos de produção da fala, como a Fonologia Articulatória (FAR) (BROWMAN; GOLDSTEIN, 1986, 1989, 1990, 1992), ou Fonologia Gestual (FonGest) (ALBANO, 2012) no Brasil, e a Fonologia acústico-articulatória (FAAR) (ALBANO, 2001).

A Fonologia Gestual fornece subsídios para o entendimento e as consequentes abordagens terapêuticas dos distúrbios dos sons da fala associados a problemas de controle motor, como na disartria, pois enfatiza a organização articulatória e o modelamento dinâmico de tarefas, utilizando-se da magnitude do gesto articulatório e das fases “intergestuais” para descrever uma variedade de alterações fonéticas, fonológicas e prosódicas, além de relacionar vários outros níveis de organização linguística (ALBANO, 2012; KENT, 1997).

As variáveis do trato são descrições funcionais da tarefa, distribuem o movimento associado ao gesto entre os articuladores envolvidos e categorizam o gesto articulatório por meio de descritores: para as variáveis “grau de constrição” e “abertura”: fechado (oclusivas), crítico (fricativas); e aberto, que, para as variáveis “corpo da língua” e “abertura glotal”, subdivide-se em estreito, médio e largo. Para as variáveis “local de constrição” e “protrusão”: para lábios: protruso, labial e dental; para

ponta da língua: labial, dental, alveolar, pós-alveolar, palatal; para corpo da língua: palatal, velar, uvular, faríngeo.

Dependendo da composição gestual, os gestos articulatórios podem funcionar como unidades de contraste fonológico. Nesse caso, o contraste envolve composições gestuais diferentes entre os gestos articulatórios, os quais estão relacionados à presença ou à ausência de um gesto, à diferença na variável do trato controlada pelo gesto, a uma diferença no descritor/valor de uma variável, assim como às diferenças na organização de um mesmo gesto (BROWMAN; GOLDSTEIN, 1992; PORTALETE, 2017). Esses descritores são discretos e binários no sentido de estarem ou não presentes em um gesto, porém, uma vez presentes, eles apresentam comportamentos gradientes e de sobreposição. Cada um desses contrastes é ilustrado por meio das pautas gestuais, ilustrações temporais entre os gestos, que envolvem variáveis diferentes do trato e são exibidos em camadas horizontais diferentes (BROWMAN; GOLDSTEIN, 1992).

2.5 TERAPIA FONOAUDIOLÓGICA DAS DISARTRIAS

O Relatório mundial sobre deficiência (*World report on disability*) define a reabilitação como "um conjunto de medidas que ajudam indivíduos que experimentam incapacidades, ou provavelmente as experimentarão, a alcançar e manter um funcionamento ideal na interação com seus ambientes". Portanto, a reabilitação é fundamental para possibilitar às pessoas com alguma incapacidade a interação social e a participação em diferentes atividades, tais como educação, trabalho, lazer e comunidade, entre outras (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2011; STEINER *et al.*, 2002).

De acordo com a OMS, para atingir esses objetivos, o processo de reabilitação deve ser conduzido por uma equipe interdisciplinar formada, por exemplo, por médicos, fonoaudiólogos, terapeutas ocupacionais, psicólogos e assistentes para intervir, especialmente, em três níveis: tratamento médico, tecnologias assistivas e abordagens terapêuticas. Independentemente da especialidade, a terapia deve consistir em exercícios e estratégias compensatórias, provisão de recursos e tecnologias assistivas sempre que necessário, modificações no ambiente, e suporte e aconselhamento ao paciente e à família.

É importante considerar que um dos fatores primordiais para o alcance dos objetivos da reabilitação é a avaliação clínica global que, além de identificar problemas e dificuldades, relacione-os a fatores relevantes da vida do paciente, às suas

necessidades e funcionalidades, e ao ambiente em que vive. Somente após a avaliação clínica é que devem ser definidas as metas de reabilitação através de um planejamento terapêutico, composto por medidas terapêuticas específicas, avaliações dos efeitos da terapia, orientação ao paciente e à família/rede de apoio para desenvolvimento de conhecimentos e habilidades de autoajuda, automonitoramento, autocuidado e tomada de decisões (HIGH *et al.*, 2019; RICH *et al.*, 2012).

Os primeiros estudos sobre as disartrias datam de 1940, mas apenas em 1975 foram estipulados princípios fundamentais ao tratamento dos TMFs: compensação, atividade intencional, controle, início precoce e motivação (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1975). Segundo os autores, a melhora da fala decorre da utilização funcional da capacidade neuronal e muscular conservada, ou seja, o paciente deve aprender a fazer uso máximo do potencial remanescente e a contornar suas deficiências. O clínico também deve auxiliar o paciente a fazer de modo intencional o que antes fazia automaticamente, isto é, a desenvolver a consciência do funcionamento dos articuladores, a coordenar a respiração, a sequenciar as palavras e a modular a melodia e a intensidade da fala. Também é essencial desenvolver o automonitoramento para alcançar um padrão adequado de fala e, para isto, o paciente deve aprender a se escutar enquanto fala, a prever e a antecipar fonemas e palavras difíceis, a fazer uma autocrítica e a reconhecer os erros para poder evitá-los futuramente. Outros princípios fundamentais são: início precoce, a fim de cultivar técnicas compensatórias desde cedo e a postergar déficits de fala mais graves em doenças degenerativas; e motivação, de modo que a estrutura da relação terapeuta-paciente ofereça apoio, compreensão e preocupação real.

Apesar de esses princípios terem sido mantidos, a conduta terapêutica dos processos motores básicos sofreu algumas modificações. Darley, Aronson e Brown (1975) haviam determinado que o objetivo primordial do tratamento fonoaudiológico de pacientes disártricos era melhorar a articulação, haja vista o seu papel fundamental na inteligibilidade. No entanto, ainda que o termo “disartria” remeta à ideia de um distúrbio exclusivamente articulatorio, é imprescindível reconhecer que se trata de um distúrbio complexo e abrangente (CARRARA-DE ANGELIS, 2002; ORTIZ, 2006).

Estudos conduzidos por Netsell concluíram que a abordagem fisiológica da reabilitação para pacientes disártricos é o método mais objetivo e efetivo (NETSELL, 1986; NETSELL; DANIEL, 1979; NETSELL; ROSENBEK, 1985). De acordo com Theodoros e Thompson-Ward (2005, p. 153) “a eficiência crescente na terapia para a disartria foi atribuída diretamente a um conhecimento aprofundado das deficiências

neuromotoras da fala, sendo uma base fisiológica para a seleção e sequenciamento das estratégias de terapia, além do uso de métodos de tratamento com base na fisiologia” (THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005).

O objetivo principal do tratamento fonoaudiológico de pacientes com TMFs, especialmente as disartrias, consiste na melhora da inteligibilidade e da naturalidade da fala (DIAS; PESTANA, 2018; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005). Esses objetivos são alcançados por meio de um incremento do apoio fisiológico para a fala e do aprendizado de comportamentos compensatórios à fala (ROSENBEK; LAPOINTE, 1982). Além disso, a combinação de diferentes abordagens terapêuticas, como técnicas comportamentais e uso de instrumentos de *biofeedback* visual, é uma poderosa ferramenta para alcançar os objetivos estipulados (CALIGIURI, 1983; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005). As teorias que respaldam a aplicação de *biofeedbacks* são o Modelo DIVA de aquisição e produção da fala (TOURVILLE; GUENTHER, 2011) e os princípios da aprendizagem motora (MAAS *et al.*, 2008).

Considerando a interrupção do uso e o desenvolvimento de programas motores da fala nas disartrias, resultados de alguns estudos sugerem que a reabilitação esteja focada na restauração de programas motores, com treino da produção sonora e ênfase da melhoria do desempenho baseado em *feedbacks* de performance e de resultados, como propõem os princípios da aprendizagem neuromotora (BALLARD; GRANIER; ROBIN, 2000; DUFFY; JOSEPHS, 2012; WAMBAUGH *et al.*, 2006).

Sendo assim, a ideia de que o tratamento fonoaudiológico da disartria tem valor limitado ou nulo é errônea (ORTIZ, 2006). Atualmente, os estudos a respeito da conduta terapêutica da disartria têm se tornado mais sistemáticos e objetivos. Dados empíricos deram lugar a evidências científicas um pouco mais robustas devido às iniciativas clínicas e laboratoriais (CARRARA-DE ANGELIS, 2002; NETSELL, 1986). Resultados bastante promissores, que comprovam a efetividade da terapia fonoaudiológica nos casos de disartria, têm sido obtidos não apenas em estudos de casos, como também em estudos comparativos entre grupos de pacientes, com ou sem doenças progressivas (ORTIZ, 2006).

A abordagem terapêutica também deve ser global, isto é, considerar as necessidades pessoais de comunicação, além do tipo, da natureza e da gravidade da disartria, e a causa subjacente. Isso significa dizer que os diferentes subsistemas da produção da fala devem ser sintetizados e integrados nas dimensões biopsicoemocionais de modo a incorporar o próprio indivíduo em suas relações de comunicação com o mundo (BEHLAU *et al.*, 2005c).

Por exemplo, para pessoas com um grau leve de disartria, com comprometimentos discretos em poucas bases motoras da fala, como monotonia e *loudness* reduzida na DP, o objetivo da terapia pode ser melhorar a qualidade e a naturalidade da fala. Por outro lado, para pessoas com disartrias mais graves, com maiores comprometimentos em diversas bases motoras e um impacto mais negativo na funcionalidade da comunicação, o objetivo da terapia pode ir desde melhorar a inteligibilidade e a competência de comunicação até considerar a implantação de métodos alternativos de comunicação para garantir o restabelecimento ou a adaptação das atividades da vida diária e da participação social (LIGHT *et al.*, 2019; MACKENZIE; LOWIT, 2007).

A Hierarquia do Tratamento Motor da Fala, originalmente desenvolvida por Hayden (1986) como uma técnica *bottom-up* de intervenção para crianças com TMFs, tem o intuito de auxiliar a caracterização dos múltiplos níveis do sistema motor da fala - Bases Motoras da Fala -, os quais, para produzir uma fala “normal”, precisam ser controlados e interagem em equilíbrio. O princípio *bottom-up*, traduzido como “da base para o topo”, determina que a terapia inicie pelo sistema cujo comprometimento interfira no desempenho dos demais sistemas da fala e possui aplicações bastante diversificadas, isto é, pode ser utilizado para guiar a progressão do tratamento motor da fala independentemente das técnicas terapêuticas escolhidas, como PROMPT®, posicionamento fonético, estimulação sensorial, *biofeedback* visuais, e assim por diante (HAYDEN; SQUARE, 1994).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ASPECTOS ÉTICOS

A presente pesquisa possui registro no Gabinete de Projetos e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM (CEP/UFSM) (Anexo A e B), sob n. 2.952.850 e 3.702.241, e foi conduzida conforme as diretrizes e as normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, no que determina o Conselho Nacional de Saúde na Resolução 466/12. O estudo apenas foi realizado mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A), onde os voluntários concordaram com sua participação, tendo ciência de seus riscos e benefícios, bem como do objetivo desta pesquisa.

Os participantes não foram expostos a riscos desnecessários, tampouco a riscos químicos ou físicos que comprometessem a sua saúde. Contudo, estavam cientes de que poderiam sentir fadiga e desconforto por conta da extensa duração dos procedimentos e da utilização de aparelhagem complexa para algumas avaliações. Os participantes não tiveram despesas para participar da pesquisa, salvo as relativas à locomoção⁵, e lhes foi assegurada a possibilidade de desistência da participação sem que isso acarretasse qualquer prejuízo.

Em relação aos benefícios, os participantes foram informados do objetivo desta pesquisa e das vantagens que a sua participação promoveria para a saúde, o bem-estar e a qualidade de vida das pessoas com distúrbios neurológicos adquiridos. Além disso, foi oferecida terapia fonoaudiológica aos pacientes diagnosticados com disartria, parte da proposta desta pesquisa, no próprio laboratório (LabFala/UFSM).

3.2 DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de uma pesquisa de campo, experimental, transversal e qualitativa, que foi dividida em duas etapas: avaliação e terapia.

⁵ Conforme art. 2º do Decreto Executivo nº 20, de 05 de março de 2013, pessoas em tratamento continuado de saúde, quando comprovada renda familiar de até um salário mínimo nacional por pessoa, possuem direito ao recebimento gratuito das passagens para uso exclusivo (do beneficiário) do deslocamento de sua residência para o local de tratamento de saúde e retorno (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA, 2013).

Inicialmente, os participantes foram submetidos a avaliações fonoaudiológicas clínicas, autoavaliativas, perceptivo-auditivas e instrumentais. Em seguida, receberam um tratamento fonoaudiológico essencialmente comportamental com base nos princípios de aprendizagem motora, incorporando instrumentos de BV no processo terapêutico. Para a etapa de terapia, foi elaborado um Protocolo de Tratamento da Disartria com Biofeedback: PTDis-Bio.

3.3 PARTICIPANTES

Os participantes foram captados para a pesquisa mediante divulgação externa (redes sociais, site institucional e do laboratório, cartazes e folders etc.) (Apêndice B), por conveniência e pela demanda encaminhada para o SAF. Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Fala (LabFala) do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico (SAF), clínica escola do Curso de Fonoaudiologia da UFSM.

Os participantes deveriam contemplar os critérios de inclusão estabelecidos, como possuir histórico de lesão neurológica adquirida, possuir idade superior a 19 anos⁶ e apresentar diagnóstico fonoaudiológico de disartria. Contudo, foram adotados como critérios de exclusão: diagnóstico de alguma síndrome ou mutação genética que determinasse natureza congênita da disartria; uso de prótese dentária mal adaptada ou aparelho dentário fixo ou móvel⁷; cirurgia prévia de cabeça e pescoço; uso de traqueostomia; diagnóstico de perda auditiva moderada ou maior⁸ sem utilização de aparelho de amplificação sonora individual; e acuidade visual inadequada ou não corrigida para receber *feedback* visual. Para receber a terapia fonoaudiológica proposta neste estudo, além dos critérios de exclusão mencionados, os participantes não poderiam ter diagnóstico fonoaudiológico de afasia.

Ao todo, 22 pessoas com diagnóstico de lesão neurológica adquirida procuraram o LabFala para participar da pesquisa; dentre esses voluntários, 08 foram diagnosticados somente com afasia e uma apresentava sinais de disartria associados à afasia. Sendo assim, 14 pessoas foram diagnosticadas com disartria e aptas a participarem da etapa de avaliações da pesquisa; porém, durante o período inicial da

⁶ Idade mínima para definição de adultos segundo a Organização Mundial de Saúde.

⁷ A fim de evitar a presença de distúrbios articulatórios decorrentes do seu uso, mascarando as alterações de base articulatória presentes na fala disártrica.

⁸ Perdas auditivas moderadas ou mais graves geram prejuízos significativos para o diálogo entre as pessoas, interferindo na comunicação e no automonitoramento da fala.

coleta, uma das pessoas veio a óbito. Devido à situação de pandemia da COVID-19, não foi possível aumentar o tamanho da amostra nem captar participantes para realizar pareamento.

Em seguida à entrevista inicial e à anamnese, confirmando-se a hipótese diagnóstica de disartria e atendendo aos critérios de inclusão, 13 voluntários, entre adultos e idosos de ambos os sexos, falantes do PB, foram selecionados para serem submetidos às avaliações fonoaudiológicas da pesquisa. Imediatamente após o término das avaliações, os participantes receberam tratamento fonoaudiológico.

Infelizmente, também em decorrência da pandemia da COVID-19, alguns participantes não puderam terminar o tratamento e os que conseguiram finalizar não puderam ser avaliados quanto à retenção dos resultados.

3.4 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS

3.4.1 Seleção dos participantes

Para atender aos critérios de inclusão/seleção dos participantes, realizou-se uma anamnese especialmente elaborada para pacientes disártricos ou com outros TMFs (Apêndice C), na qual foram investigados dados relativos ao nascimento, desenvolvimento linguístico, escolaridade e ocupação, história clínica e antecedentes patológicos, presença de queixas e outros hábitos. Dados clínicos também foram observados, como diagnóstico médico, constando tipo, local e data da lesão e/ou do diagnóstico, exames médicos complementares, atendimento multidisciplinar, informações sobre o estado cognitivo (apesar de não ter sido realizada nenhuma triagem cognitiva), presença de consciência das alterações de fala e condições de modifica-la, impacto da disartria, restrições de participação e prognóstico.

Após a anamnese, o paciente e/ou familiar/cuidador foram orientados quanto à conduta fonoaudiológica, como avaliação e subsequente tratamento fonoaudiológico, avaliação de dispositivos de comunicação aumentativa e/ou alternativa para geração de fala, entre outros. Todos os pacientes que atenderam aos critérios de seleção da amostra foram avaliados a partir de diversos instrumentos para verificar o funcionamento de todos os subsistemas de fala e identificar as alterações.

3.4.2 Coleta dos dados dos participantes: avaliações fonoaudiológicas

3.4.2.1 Avaliação audiológica (triagem auditiva)

A avaliação audiológica (triagem auditiva) foi realizada por meio de varredura dos tons puros nas frequências de 500Hz a 6kHz, em 25dB, somente por via aérea, em cabine acústica, em ambas as orelhas, com o audiômetro portátil INTERACOUSTICS - AD 229. Pacientes com limiares auditivos rebaixados foram encaminhados à audiometria completa. Foram considerados aptos a participarem da pesquisa os participantes com limiares auditivos dentro da normalidade ou com uso de prótese auditiva adequada. Neste caso, os participantes deveriam apresentar laudo otorrinolaringológico e fonoaudiológico indicando a adequação dos AASI.

3.4.2.2 Avaliações fonoaudiológicas perceptivo-auditivas

As avaliações buscaram avaliar aspectos relacionados à respiração, à fonação, à ressonância, à articulação, à diadococinesia, à prosódia e à inteligibilidade de fala. Para tanto, foi realizada a avaliação seguindo o Protocolo da Universidade de Queensland (MURDOCH, 2005), o Protocolo de Avaliação das Disartrias (ORTIZ, 2006) (Anexo C), o Protocolo de Avaliação da Inteligibilidade da Fala (PAIF) (Barreto e Ortiz, 2010) (Anexo D) e o Protocolo Consenso da Avaliação Perceptivo-Auditiva da Voz (CAPE-V) adaptado para o Português Brasileiro (ASHA, 2003) (Anexo E). Mediante a análise de fala espontânea, foram observados aspectos de fluência, vocabulário, linguagem expressiva e compreensiva oral.

O tipo respiratório foi avaliado qualitativamente por meio do Protocolo da Universidade de Queensland, observando-se tipo e fluxo respiratório para a construção da fala e manutenção de *pitch* e *loudness* na fala encadeada (MURDOCH, 2005). Foram avaliados os Tempos Máximos de Fonação (TMF) de /a/, /i/, /s/ e /z/ e a relação s/z conforme o Protocolo de Avaliação das Disartrias (ORTIZ, 2006). Para a avaliação dos TMF, os participantes foram orientados a respirar confortavelmente e a sustentar a voz em frequência e volume habituais (BEHLAU *et al.*, 2001). Um modelo curto para cada emissão foi fornecido. Os participantes repetiram as emissões três vezes para obter uma média. Os tempos foram registrados por meio de um cronômetro analógico manual, do início ao fim da emissão, e medidos em segundos.

Foram considerados valores normais de TMF /a,i/ entre 25 e 35 s para homens, 15 e 25 s para mulheres (BEHLAU *et al.*, 2001) e, em idosos, 16 s para homens e 12 s para mulheres (BEHLAU, 1999; FABRON *et al.*, 2011; MORSOMME *et al.*, 1997). Valores inferiores indicam escape aéreo e valores superiores sugerem aumento na atividade glótica (BEHLAU *et al.*, 2001). Com relação às medidas de TMF de /s/ e /z/, foram considerados valores normais entre 15 s a 25 s para adultos, sendo valores inferiores a 15 s indicativos de comprometimento do suporte respiratório (BEHLAU *et al.*, 2001). O cálculo da relação s/z avalia a eficiência glótica; portanto, resultados próximos a 1 sugerem bom funcionamento glótico, enquanto valores inferiores a 0,8 indicam hipercontração das pregas vocais (PPVV) à fonação e valores superiores a 1,2 indicam falta de coaptação correta das PPVV à fonação (BEHLAU *et al.*, 2001).

Em relação à avaliação perceptivo-auditiva vocal, foram registrados os parâmetros pré-determinados através do protocolo analógico-visual do Consenso de Avaliação Perceptivo-auditiva (CAPE-V) (BEHLAU, 2004), com adaptação do item ressonância, obtidos pela emissão sustentada da vogal /a/, por frases e fala espontânea, em velocidade, *pitch* e *loudness* habituais. Os aspectos vocais foram analisados por quatro juízas especialistas, todas fonoaudiólogas, mestras ou doutoras, com vasta experiência na área da análise acústica e perceptivo-auditiva vocal, que mensuraram a intensidade do desvio dos parâmetros vocais numa escala de 0 mm (ausência de desvio no parâmetro avaliado) a 100 mm (intensidade máxima do desvio no parâmetro). Foi realizada uma média das quatro avaliações. Nessa escala, o intervalo entre 0 e 35,5 mm indica qualidade vocal normal, incluindo desvios leves; valores entre 35,6 mm e 50,5 mm indicam desvios leves a moderados; valores entre 50,6 mm e 90,5 mm indicam desvios moderados; e valores acima de 90,6 mm indicam desvios vocais intensos (YAMASAKI *et al.*, 2007).

Para avaliação da articulação, foi realizada análise dos movimentos de lábios, língua e mandíbula na emissão de cinco repetições rápidas dos sons /p/, /u'i/ e /ka'ta/, observando coordenação, velocidade, força etc. segundo o Protocolo de Avaliação das Disartrias (ORTIZ, 2006). Também foram realizadas tarefas diadococinéticas de AMRs (taxa de movimentos alternados) e de SMRs (taxa de movimentos sequenciais), em que se avaliou a qualidade da produção e a quantidade de sílabas articuladas rapidamente em 10 s (ORTIZ, 2006). Para a avaliação, os participantes foram instruídos a respirar confortavelmente e repetir sílabas (/pa/, /ta/ e /ka/) ou a sequência de sílabas (/pa.ta.ka/) o mais rápido possível por 10 s, sem distorcer os sons, em

frequência e intensidade habituais (PIERCE; COTTON; PERRY, 2013). O tempo foi cronometrado do início ao fim da emissão e a examinadora manteve o braço levantado para sinalizar a duração da tarefa. Um modelo curto para cada emissão foi fornecido. As tarefas foram gravadas em vídeo para análise qualitativa e em áudio para contagem dos picos através do *software* PRAAT (BOERSMA; WEENINK, 2020). Foram considerados valores normais de taxa diadococinética (sílabas por segundo) 6,69 para /pa/, 6,71 para /ta/, 6,03 para /ka/ e 6,58 para /pataka/, e em idosos os valores foram 6,05 para /pa/, 5,87 para /ta/, 5,52 para /ka/ e 6,13 para /pataka/ (PADOVANI; GIELOW; BEHLAU, 2009).

Aspectos prosódicos, como velocidade, entonação, *pitch* e *loudness*, também foram avaliados qualitativamente pelo Protocolo de Avaliação da Universidade de Queensland (MURDOCH, 2005). A velocidade também foi avaliada de forma quantitativa, observando-se o número de palavras faladas por minuto (ORTIZ, 2006). No contexto de conversação, admitiu-se como valor de referência 144 ± 13 pal/min e, no contexto de leitura, 155 ± 19 pal/min (OLIVEIRA; ORTIZ; VIEIRA, 2004).

Para avaliar a inteligibilidade de fala, foi aplicado o PAIF (BARRETO; ORIZ, 2010). Nesta pesquisa, foram gravadas as amostras de fala dos participantes, os quais permaneceram sentados, com o microfone posicionado a 10 cm de distância da boca. Cada participante produziu 60 palavras e pseudopalavras e 25 sentenças de alta, média e baixa preditividade, distribuídas em ordens diferentes para cada um. A randomização dos estímulos foi gerada com a ferramenta computacional 4Devs.

Os participantes puderam ler uma vez, silenciosamente, cada lista de estímulos para se familiarizarem com os itens e, em seguida, foram instruídos a repetir, em intensidade e velocidade de fala habituais, cada item falado pela examinadora. Foi escolhida a tarefa de repetição para eliminar a interferência da habilidade de leitura e/ou acuidade visual no desempenho. Os itens somente foram repetidos quando divergiam do alvo pretendido ou foram produzidos com nível de ruído excessivo.

Os áudios foram editados no programa Audacity®, eliminando-se as emissões da examinadora e nomeando-os de acordo com os números correspondentes à lista para transcrição. No que determina o método de transcrição ortográfica, as gravações das amostras de fala foram transcritas ortograficamente por um ouvinte leigo, o qual foi instruído apenas a “escutar e escrever exatamente o que ele achava que o falante havia enunciado”. O ouvinte também não deveria ter tido contato com pessoas com

disartria nem recebido treinamento técnico para avaliar a inteligibilidade da fala de qualquer transtorno de fala.

As palavras transcritas foram pontuadas pela pesquisadora como corretas ou incorretas de acordo com a correspondência destas com as palavras-alvo do protocolo. O cálculo para mensuração da inteligibilidade foi realizado dividindo-se o número de palavras identificadas corretamente pelo número de palavras possíveis e multiplicadas por 100 para obtenção do percentual. Para valores de referência, uma pontuação acima de 89,58% na produção de palavras e acima de 96,80% na produção de sentenças indica normalidade.

Todas as avaliações foram feitas pela pesquisadora e foram gravadas para posterior conferência pela pesquisadora e por uma acadêmica do último ano do Curso de Fonoaudiologia, bolsista de Iniciação Científica do LabFala. Utilizou-se uma câmera digital da marca Sony/modelo Cyber-Shot para a filmagem e o programa Lightworks® versão 14.5 para edição dos vídeos. O áudio foi captado por um microfone unidirecional, com cancelamento de ruído, de dispositivo móvel, posicionado em frente à boca do participante (a 4cm para produção de vogais e a 10cm para produção das frases/fala espontânea), editado no programa Audacity® versão 2.3.2, com taxa de amostragem definida em 44.100 Hz e formato em 16 bit.

3.4.2.3 Avaliações fonoaudiológicas instrumentais

Os participantes realizaram as avaliações em dias diferentes, entre três e cinco dias, para evitar a fadiga muscular em decorrência das numerosas atividades. No primeiro dia de avaliação fonoaudiológica, foi realizada a assinatura do TCLE, a anamnese e o preenchimento do questionário VcD (Anexo F). No segundo dia, foram realizadas as avaliações perceptivo-auditivas e, se possível, a nasometria. Em outro dia, foi realizada a avaliação acústica vocal (MDVP-A) e a eletroglotografia (EGG). No último dia de avaliação, foi realizada a ultrassonografia (USG) dos movimentos de língua. As coletas das avaliações instrumentais foram realizadas com os participantes dentro de uma cabine tratada acusticamente para que não houvesse interferência do ruído externo na captação e na gravação dos sinais acústicos da fala.

O instrumento utilizado para obtenção de dados de fala na nasometria, na USG e na EGG foi o Protocolo para Avaliação Instrumental da Fala (PRAIN) (Anexo G) (PORTALETE; FERNANDES; PAGLIARIN, 2018), o qual é composto por 19 palavras,

cada uma contemplando uma consoante do PB. Para essas avaliações, os participantes deveriam reproduzir a lista de palavras realizando 5 repetições para cada uma, buscando maior fidedignidade e consistência das produções.

Para a nasometria e a USG, as palavras estavam inseridas em uma frase-veículo: “Fale [palavra-alvo] de novo”, a fim de manter as palavras no mesmo contexto prosódico e fonético, evitando possíveis modificações nos parâmetros acústicos. Para a EGG, os participantes deveriam repetir 5 vezes cada palavra do instrumento, devido ao pouco tempo permitido pelo *software* para registro da emissão.

Considerando que a forma mais fidedigna de obtenção das amostras de fala é a nomeação espontânea, foram apresentadas as figuras correspondentes aos estímulos de fala na tela do computador para que os participantes nomeassem espontaneamente a palavra-alvo, inserida na frase-veículo se fosse o caso, durante as avaliações instrumentais, eliminando o viés da repetição (estímulo auditivo) e da leitura (palavra escrita).

Nasometria

Para avaliar instrumentalmente o sinal acústico de fala do subsistema ressonantal, foi realizada a nasometria, uma técnica que permite mensurar o percentual de nasalância e respaldar o julgamento perceptivo-auditivo da nasalidade.

A instrumentação utilizada foi composta pelo equipamento Nasômetro™ II, modelo 6450, da marca KayPENTAX Inc. (Fotografia 1), pelo *software Nasometer* para gravação e análise, pelo *headset* próprio do equipamento, equipado com dois microfones em cada extremidade da placa defletora para captação isolada do sinal sonoro de cavidade nasal e da cavidade oral, e pela cabine acústica-audiométrica, para calibração do equipamento e posicionamento dos participantes para a realização da avaliação. O equipamento foi calibrado no início do dia de cada coleta dentro da cabine acústica-audiométrica e obedecendo às normas do fabricante (valores de calibração entre 0.9 e 1.1).

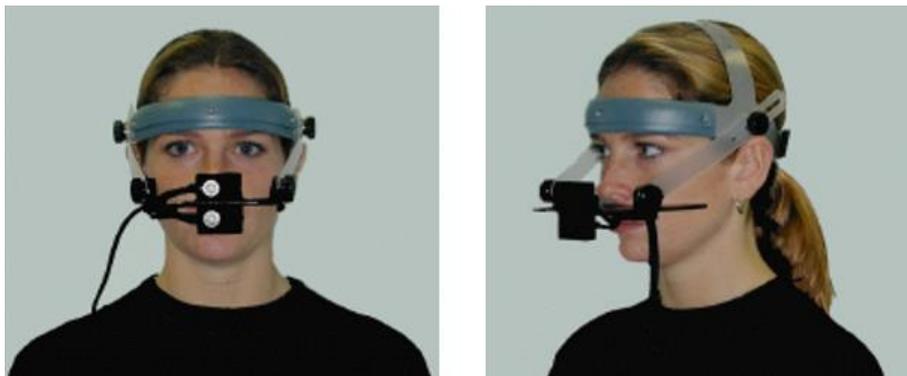
Fotografia 1 – Nasômetro™ II Modelo 6450 (KayPENTAX Inc.), captura de tela do software *Nasometer* e headset



Fonte: (KAYPENTAX INC., 2017a) <http://kaypentax.com/index.php/wap/nasometry/281.html>.

Durante a avaliação, os participantes usaram o *headset* (Fotografia 2) e permaneceram dentro da cabine. Os procedimentos de calibração e de avaliação seguiram instruções específicas (Apêndice D) para garantir a fidelidade dos resultados do exame.

Fotografia 2 – Ajuste do *headset* para avaliação nasométrica



Fonte: (KAYPENTAX INC, 2010).

Primeiramente, os participantes foram orientados quanto ao exame e sua finalidade, bem como em relação aos prováveis desconfortos causados pelo *headset* ou pelo cansaço. Após ajustar o *headset* na cabeça do participante, obedecendo às instruções de posicionamento, solicitou-se que reproduzisse três conjuntos de frases

para mensuração da nasalância e dos correlatos acústicos de hipernasalidade ou hiponasalidade (TRINDADE; GENARO; DALSTON, 1997).

1. Frases com consoantes de alta pressão oral – ZOO-BR (valores de normalidade até 27%): “*Papai caiu da escada*”, “*Fábio pegou o gelo*”, “*O palhaço chutou a bola*”, “*Teresa fez pastel*” e “*A árvore dá frutos e flores*”;
2. Frases com consoantes de baixa pressão oral (líquidas) – ZOO2-BR (valores de normalidade até 32%): “*O louro ia olhar a lua*”, “*Laura lia ao luar*”, “*A leoa é leal*”, “*Lili era loira*” e “*Lulu olha a arara*”;
3. Frases predominantemente nasais – NASAL-BR (valores de normalidade acima de 43%): “*Domingo tem neblina*”, “*O passarinho comeu a minhoca*”, “*Miriam lambeu o limão*”, “*O menino era bonzinho*” e “*Flavinho chamou João*”.

Na sequência, os participantes reproduziram a lista de palavras do PRAINF, conforme os critérios para coleta dos dados de fala determinados pelos autores do instrumento: cinco repetições de cada frase-veículo, em intensidade e tom habituais de fala (PORTALETE; FERNANDES; PAGLIARIN, 2018).

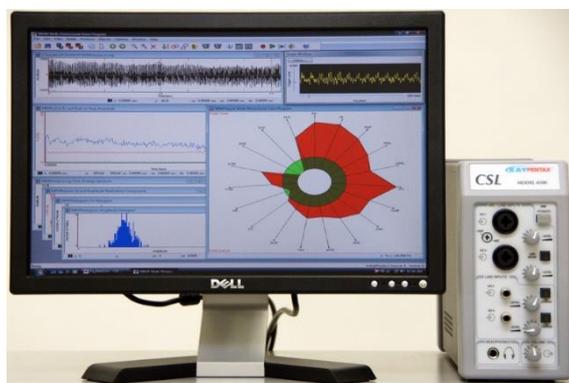
Medidas vocais acústicas de fonte glótica

Para avaliar instrumentalmente o sinal acústico de fala do subsistema fonatório, mais precisamente a função vocal laríngea, e obter mensurações acústicas da qualidade vocal, foi realizada a análise acústica vocal seguida de avaliação eletroglotográfica, ambas utilizando os recursos do equipamento *Computerized Speech Lab* (CSL™) 4500, pedestal e microfone unidirecional SHURE SM48, uso exclusivo em performance profissional, para captura do sinal acústico, e cabine acústica-audiométrica para isolamento acústico. A fim de garantir a fidelidade dos resultados dos exames, as duas avaliações foram realizadas no mesmo dia e todos os procedimentos de avaliação seguiram instruções específicas (Apêndice E).

Para a análise acústica vocal de fonte glótica, a emissão da vogal /a/ foi gravada diretamente no *software* Multi-Dimensional Voice Program (MDVP) (Fotografia 3). Os participantes foram convidados a produzir um /a/ sustentado em um nível contínuo e confortável em um microfone unidirecional de alta qualidade (Shure SM48; Shure Inc., Niles, Illinois) colocado na altura da boca do paciente a uma distância de 15cm, com um ângulo de captação de 90º, como recomendado pelos desenvolvedores do MDVP e do *Computerized Speech Lab* (CSL, modelo 4500; KayPentax, Lincoln Park, New

Jersey) para o uso do microfone SHURE SM48 (SAGGIO; COSTANTINI, 2020). A vogal /a/ foi analisada usando o MDVP, com taxa de captação de 44KhZ em 16 bits/amostra. O tempo padrão para a janela de análise foi de 4 s (JAEGER *et al.*, 2001). O início e o final do sinal de fala foram excluídos da análise, dada a instabilidade relacionada ao aquecimento e ao desligamento do processo de vibração das PPVV (LECHIEN *et al.*, 2017).

Fotografia 3 – CSL™ Modelo 4500 (KayPENTAX Inc.) e captura de tela no módulo MDVP-A



Fonte: (KAYPENTAX INC., 2017b) <http://kaypentax.com/index.php/wap/acoustic/241.html>

Para a gravação original da voz sustentada, os participantes deveriam estar posicionados dentro da cabine acústica e permanecer em pé, com os braços estendidos ao longo do corpo e pés afastados para melhorar o equilíbrio e o conforto, evitando movimentos de cabeça. Os participantes com deficiência física que faziam uso de cadeira de rodas realizaram a avaliação sentados, fora da cabine acústica, mas em sala silenciosa (ruído ambiental inferior a 50 dB NPS).

Primeiramente, os participantes foram orientados quanto ao exame, no qual se solicitou que dessem uma inspiração profunda antes de cada emissão e sustentassem a vogal /a/ de forma natural e no maior tempo possível. Para a análise, foram escolhidas as emissões mais representativas quanto à frequência, à intensidade e à qualidade, ou seja, as porções mais estáveis, eliminando-se o início e o final de cada emissão. As emissões vocais foram analisadas através do *software Multi-Dimensional Voice Program - Advanced* (MDVP-A) – Modelo 4305 da Kay Pentax.

Eletroglotografia

A EGG foi realizada com o equipamento *Electroglottograph* (modelo 6103; *KayPentax, Lincoln Park, New Jersey*) (Fotografia 4) conectado ao CSL. Os participantes foram instruídos a inspirar profundamente e, em seguida, sustentar a vogal /a/ pelo maior tempo possível, em níveis confortáveis de *pitch* e *loudness*. Para a captura da emissão, utilizou-se o mesmo microfone externo, posicionado identicamente à análise vocal acústica de fonte glótica. Após a higienização da pele do pescoço com álcool 70% para remoção de gordura, dois eletrodos específicos para EGG foram posicionados simetricamente adjacentes à cartilagem tireoide dos participantes (BAKEN, 1992).

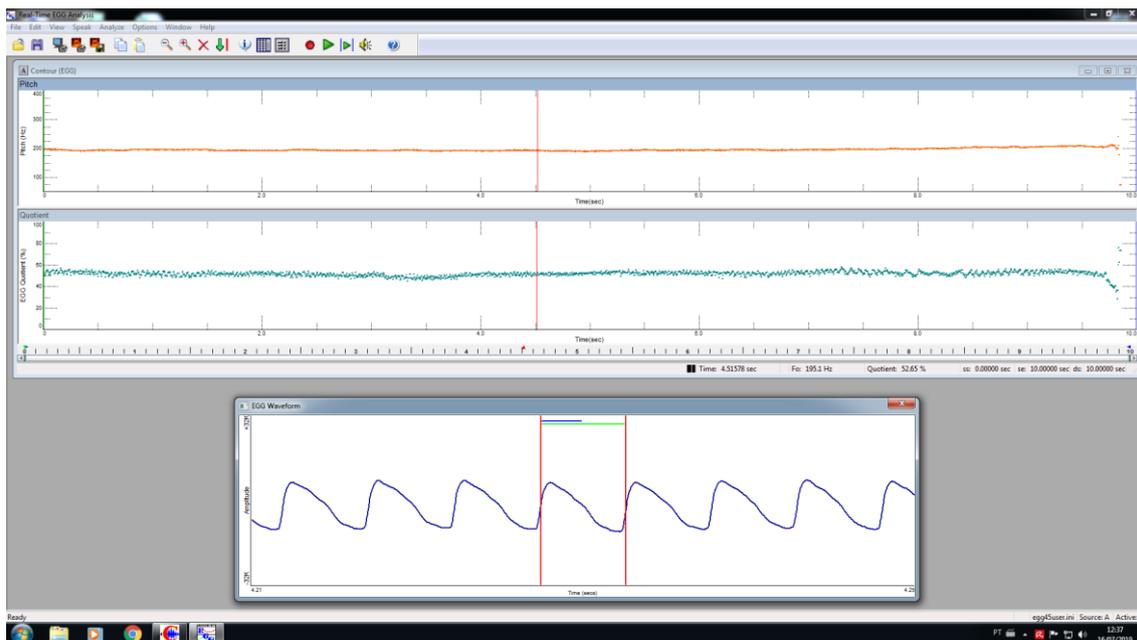
Fotografia 4 – *Electroglottograph*™ modelo 6103 (KayPENTAX Inc.) e ajuste dos eletrodos no pescoço



Fonte: (USSH PHONETIC LAB©, 2011) <http://vns.edu.vn/v1/phoneticlab/>

Para captura e análise dos parâmetros eletroglotográficos, selecionou-se o módulo *Real-Time EGG Analysis* (modelo 5138) (Figura 8).

Figura 8 – Captura da tela do *software Real-Time EGG Analysis* gerando *Pitch Contour*, *Quotient Contour* e *EGG Waveform* na emissão sustentada da vogal [a]



Fonte: Autoria própria.

Para a extração automática da informação sobre o ciclo vibratório das PPVV de forma gráfica, as ondas Lx não poderiam apresentar problemas à inspeção ou, na presença de ruídos visíveis, deveriam estar com a amplitude aumentada (VIEIRA *et al.*, 1996). Ondas com excitação irregular ou impossibilidade de análise numérica foram descartadas, realizando-se nova emissão ou excluindo o participante.

Foram extraídas automaticamente as medidas de F_0 da Lx ($pitch_{EGG}$), índice de perturbação de frequência ($jitter_{EGG}$), quociente ou coeficiente de contato (CQ_{EGG}). Os valores de $pitch_{EGG}$ deveriam corresponder à F_0 da onda sonora, e os valores de $jitter_{EGG}$ deveriam ser superiores ao $jitter$ acústico (BAKEN, 1992; ORLIKOFF, 1995). Para a medida de CQ_{EGG} , foram considerados valores de normalidade entre 20% para homens e 40% para mulheres (ALVES *et al.*, 2020).

Ultrassonografia

Para avaliar o subsistema articulatório da produção da fala, realizou-se a USG dos movimentos de língua. Para a gravação dos dados acústicos e de imagens ultrassonográficas, utilizou-se o ultrassom portátil (Mindray – DP 6600) para captação de imagem com transdutor endocavitário acoplado para corte sagital (65C10EA – 5MHz), além de pedestal e microfone unidirecional SHURE SM48 exclusivo para uso

em performance profissional, para captura do sinal acústico, cabine acústica-audiométrica para isolamento acústico e *software Articulate Assistant Advanced (AAA)* para capturar e analisar as imagens.

A fim de garantir a fidelidade dos resultados dos exames, a avaliação e a sincronização de áudio e imagem foram realizadas no mesmo dia, e todos os procedimentos de avaliação seguiram instruções específicas (Apêndice F).

O microfone foi posicionado a 10cm da boca do paciente, assim como a tela do computador foi posicionada em frente ao participante na janela da cabine acústica (Fotografia 5) para possibilitar a nomeação das palavras do protocolo, orientando-o a repetir aleatoriamente 5 vezes cada frase, de acordo com a apresentação das figuras na tela do *software*.

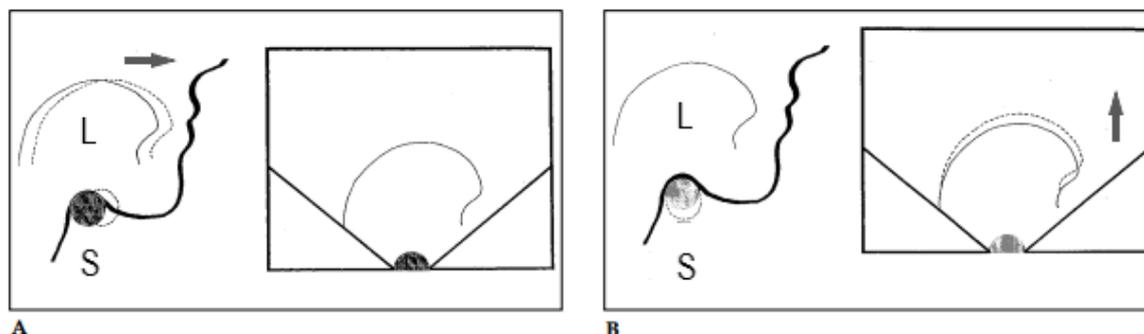
Fotografia 5 – Participante posicionado em cabine acústica em frente a tela do software AAA e instrumentação com capacete estabilizador de cabeça (*Articulate Instruments Ltd.*) e microfone com pedestal.



Fonte: autoria própria.

Para garantir a confiabilidade do exame e obter movimentos de língua correspondentes aos reais gestos articulatórios, os parâmetros ultrassonográficos foram obtidos somente após o ajuste do capacete estabilizador de cabeça (*Articulate Instruments Ltd.*) no participante, respeitando o ângulo do transdutor abaixo do queixo (submandibular) (Figura 9).

Figura 9 – Exemplos esquemáticos da influência do movimento de uma sonda instável sobre artefatos e erros durante o exame ultrassonográfico da língua



Legenda: L: Língua; S: Sonda. Em (A), a posição da sonda acompanha a direção do movimento e a magnitude da língua, não gerando interferência desse movimento na ultrassonografia; em (B) a sonda não está fixa e é deslocada para baixo, gerando um artefato revelado na ultrassonografia como um movimento de língua ascendente. Esses erros e artefatos em decorrência da instabilidade da sonda podem ser mal interpretados pelo examinador, invalidando o exame.

Fonte: Traduzido de ZHARKOVA, 2013.

As imagens dos movimentos de língua, ou seja, os gestos articulatórios, foram analisados à luz da Fonologia Gestual (FonGest). Foram consideradas a magnitude do gesto articulatório e das fases “intergestuais” para descrever alterações encontradas (ALBANO, 2012; KENT, 1997).

Os gestos articulatórios foram caracterizados por meio de descritores: para as variáveis “grau de constrição” e “abertura”: fechado (oclusivas), crítico (fricativas); e aberto, que, para as variáveis “corpo da língua” e “abertura glotal”, subdivide-se em estreito, médio e largo. Para as variáveis “local de constrição” e “protrusão”: para lábios: protruso, labial e dental; para ponta da língua: labial, dental, alveolar, pós-alveolar, palatal; para corpo da língua: palatal, velar, uvular, faríngeo.

Os parâmetros dos gestos articulatórios das consoantes do PB na fala típica estão expostos no Quadro 2.

Quadro 2 – Composição gestual das consoantes do PB obtidas pela USG.

	Grau e local de constrictão																						
	Bilabiais			Lábioden- tais		Alveolares						Palato alveolares		Palatais		Velares							
	/p/	/b/	/m/	/f/	/v/	/t/	/d/	/n/	/s/	/z/	/l/	/r/	/ʃ/	/ʒ/	/ʎ/	/ɲ/	/k/	/g/	/R/				
Lábios	Fechado Labial			Fechado Dental		∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅				
Ponta da Língua	∅	∅	∅	∅	∅	Fechado Alveolar		Crítico Alveolar		Fechado alveolar		Crítico Pós-alveolar		Fechado Alveolar		∅	∅	∅	∅				
Corpo da Língua	Médio Palatal					∅	∅	∅	Médio Palatal		Médio Faringeo		Crítico Palatal		Fechado Palatal		Fechado Palatal	Fechado Velar	Médio Palatal				
												Crítico Faringeo		Médio Faringeo					Médio Velar/Uvular/Faringeo				
Véu	Fechado Faringeo		↔	Fechado Faringeo		Fechado Faringeo		↔	Fechado Faringeo						Fechado Faringeo		Médio		↔	Fechado Faringeo		Fechado Faringeo	
Glote	↔	=	↔	=	↔	=	=	↔	=	=	=	=	↔	=	=	=	=	=	↔	=	=		
Imagem USG																							

Legenda: ∅: ausência de constrictão; ↔: largo; =: estreito

Fonte: Elaborado pela autora. Dados ultrassonográficos de PORTALETE, 2017.

4.3 Conduta fonoaudiológica: Protocolo de Tratamento da Disartria com Biofeedback: PTDIs-Bio

Participaram desta etapa do estudo os participantes que se submeteram às avaliações da etapa anterior e que concordaram em receber terapia fonoaudiológica. Após as avaliações fonoaudiológicas perceptivas e instrumentais, os participantes foram caracterizados quanto ao tipo de disartria e classificados em perfis funcionais.

Em decorrência dos diferentes tipos e gravidades de disartria e das diversas fisiopatologias subjacentes, assim como das características de fala, prognóstico, incapacidade, limitações sociais, ambientes e necessidades de comunicação específicas, não foi possível testar uma única técnica para a terapia fonoaudiológica.

Portanto, elaborou-se um plano de intervenção comportamental utilizando *biofeedback* instrumental com base nos princípios da aprendizagem motora, com técnicas centradas na fala, na comunicação e nas necessidades individuais de cada paciente. Apesar do emprego de diferentes exercícios para cada um, o objetivo determinado foi o mesmo: melhorar a comunicação através da melhora direta da inteligibilidade, da eficiência e da naturalidade da fala.

A terapia seguiu a Hierarquia do Tratamento Motor da Fala para a adequação, a compensação ou o ajuste das bases motoras da fala. Ao todo, foi determinado um máximo – não obrigatório – de 25 sessões à terapia das bases motoras selecionadas, sendo que, para cada uma, foram dedicadas 5 sessões de 45 minutos de duração, uma vez na semana.

O desenho da intervenção faz parte dos resultados do segundo artigo desta Tese.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos achados das avaliações fonoaudiológicas entre os participantes disártricos foi feita de forma descritiva e quantitativa. Todos os dados foram separados por parâmetros e digitados em programa Excel para análise estatística adequada.

No artigo “Caracterização vocal acústica, fisiológica e do tempo máximo de fonação de pacientes disártricos”, a análise quantitativa das informações coletadas passou inicialmente pelo processo de tabulação dos dados e de produção das

principais medidas estatísticas de posição e dispersão (média, mediana e desvio-padrão). Os resultados foram obtidos com os pacotes Microsoft Excel(r) e R (R Core Team, 2020). A seguir, verificou-se a hipótese de diferença entre as médias dos três grupos (perfil hipofuncional, perfil hiperfuncional e perfil misto) para cada medida acústica e fisiológica por meio da análise de variância (ANOVA) paramétrica, adotando um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Quando apropriado, em casos de diferença estatística significativa, foi realizado o teste *post-hoc* para comparações múltiplas de Tukey, também considerando um critério de 5% para diferenças significativas entre pares de médias.

Em relação ao artigo “Protocolo de Tratamento para a Disartria com Biofeedback: PTDis-Bio”, nenhuma análise estatística foi conduzida devido à heterogeneidade das disartrias que limitaram o tamanho amostral. Dessa forma, os resultados foram analisados descritivamente, comparando-se achados das avaliações fonoaudiológicas antes e após o tratamento fonoaudiológico com o PTDis-Bio.

4 ARTIGO 1 - Caracterização vocal acústica, fisiológica e do tempo máximo de fonação de pacientes com diferentes tipos de disartria⁹

Acoustic and physiological voice assessment and maximum phonation time in patients with different types of dysarthria

Caroline Rodrigues Portalete^a, Denis Altieri de Oliveira Moraes^a, Karina Carlesso Pagliarin^a, Márcia Keske-Soares^a, Carla Aparecida Cielo^a

^a Federal University of Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil.

Caroline Rodrigues Portalete - Fonoaudiólogo, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5541-2921>

Denis Altieri de Oliveira Moraes – Estatístico, Professor Adjunto do Departamento de Estatística e do Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2059-5481>

Karina Carlesso Pagliarin - Fonoaudiólogo, Professor Adjunto do Departamento de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2297-1396>

Márcia Keske-Soares - Fonoaudiólogo, Professor Titular do Departamento de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5678-8429>

Carla Aparecida Cielo - Fonoaudiólogo, Professor Titular do Departamento de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil. Bolsista de Produtividade CNPq. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7219-0427>

⁹ Este artigo foi publicado na revista Journal of Voice (qualis A2 na área Educação Física da CAPES) em 08 de dezembro de 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.09.034>

Trabalho realizado nos Laboratórios de Fala (LabFala) e de Voz (LabVoz), do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS – Brasil.

Endereço da autora correspondente:

Caroline Rodrigues Portalete

Av. Roraima nº 1000, Prédio 26E – Fonoaudiologia UFSM, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, Brasil; CEP: 97105-900 - E-mail: fgacarolineportalete@gmail.com

Telefone: (55) 98153-7023.

Fontes de auxílio à pesquisa: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (processo nº 483722/2013-8 e Grant 301326/2017-7).

Declaração de conflitos de interesse: nada a declarar.

Contribuição de cada autor: CRP realizou a concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados, bem como suas análises e interpretações, e redação do manuscrito. DAOM participou do estudo realizando análise estatística. MKS e KCP supervisionaram as coletas de dados e realizaram revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante. CAC auxiliou nas análises e interpretações dos dados, redação e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante.

Agradecimentos: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio de recursos via edital nº14/2013 (Processo nº 483722/2013-8). À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela Bolsa de Doutorado de C.R. Portalete. C. A. Cielo reconhece o apoio da agência brasileira CNPq (Processo nº 301326/2017-7).

RESUMO

Objetivo: Comparar os resultados do tempo máximo de fonação de /a/, de medidas vocais acústicas de fonte glótica e avaliações fisiológicas de pacientes disártricos.

Métodos: Treze pacientes foram classificados quanto ao tipo de disartria e divididos de acordo com o perfil funcional: hipofuncional, hiperfuncional e misto, e passaram por avaliação do tempo máximo de fonação de /a/, análise vocal acústica de fonte glótica, eletroglotografia e nasometria. Os resultados foram comparados entre os grupos por meio dos testes: ANOVA e Tukey.

Resultados: a frequência fundamental mais alta apresentou diferença significativa nas médias dos grupos, sendo maior no grupo hiperfuncional. Os tempos máximos de fonação de /a/ estavam reduzidos, várias medidas acústicas de fonte glótica e as medidas eletroglotográficas se apresentaram alteradas em todos os grupos, sem diferença significativa entre os grupos. As demais medidas não apresentaram significância estatística.

Conclusão: Os tempos máximos de fonação de /a/ se apresentaram reduzidos em todos os perfis funcionais analisados, sugerindo escape aéreo à fonação; várias medidas acústicas de fonte glótica e eletroglotográficas estavam alteradas em todos os grupos, sugerindo ruído, tremor e instabilidade vocal; e a frequência fundamental mais alta foi maior no grupo de perfil hiperfuncional, reforçando a instabilidade vocal. Isso aponta que, apesar das características avaliadas serem esperadas em pacientes disártricos, há dificuldade de realizar um diagnóstico diferencial das disartrias a partir de parâmetros vocais acústicos e fisiológicos.

Descritores: Acústica; Disartria; Fonação; Fonoterapia; Qualidade da Voz; Voz.

5 ARTIGO 2 - Protocolo de Tratamento da Disartria com Biofeedback: PTDis-Bio

Protocolo de Tratamento para a Disartria com Biofeedback: PTDis-Bio

Caroline Rodrigues Portalete, Karina Carlesso Pagliarin, Márcia Keske-Soares

Caroline Rodrigues Portalete - Fonoaudiólogo, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5541-2921>

Karina Carlesso Pagliarin - Fonoaudiólogo, Professor Adjunto do Departamento de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2297-1396>

Márcia Keske-Soares - Fonoaudiólogo, Professor Titular do Departamento de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5678-8429>

Trabalho realizado no Laboratório de Fala (LabFala) do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS – Brasil.

Endereço da autora correspondente:

Caroline Rodrigues Portalete

Av. Roraima nº 1000, Prédio 26E – Fonoaudiologia UFSM, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, Brasil; CEP: 97105-900 - E-mail: fgacarolineportalete@gmail.com
Telefone: (55) 98153-7023.

Fontes de auxílio à pesquisa: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (processo nº 483722/2013-8)

Declaração de conflitos de interesse: nada a declarar.

Contribuição de cada autor: CRP realizou a concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados, bem como suas análises e interpretações, e redação do

manuscrito. KCP e MKS supervisionaram as coletas de dados e realizaram revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante.

Agradecimentos: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio de recursos via edital nº14/2013 (Processo nº 483722/2013-8). À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela Bolsa de Doutorado de C.R. Portalete.

RESUMO

Introdução: Disartrias são transtornos motores de fala de ordem neurogênica que comprometem o controle neuromuscular dos subsistemas da fala. As disartrias são muito heterogêneas, o que torna o tratamento complexo e sem evidência científica suficientemente robusta para guiá-lo. **Objetivos:** desenvolver um protocolo de tratamento baseado nos princípios de aprendizagem motora utilizando instrumentos de *biofeedback* visual para pessoas com diferentes tipos de disartria progressiva; e aplicar e verificar os efeitos desse tratamento nos subsistemas da fala e na inteligibilidade. **Métodos:** A elaboração consistiu numa abordagem multissistêmica fisiológica fundamentada nos princípios de aprendizagem motora, incluindo a oferta de *biofeedback* visual instrumental, de modo a intervir sequencialmente nos subsistemas da fala geralmente afetados nas disartrias. As sessões foram estruturadas identicamente a todos para aplicar estratégias comportamentais e oferecer feedbacks verbais e visuais. Os instrumentos selecionados para *biofeedback* visual foram o nasômetro, o eletroglotógrafo e o ultrassom. A aplicação do protocolo consistiu num estudo de caso múltiplo com adultos ou idosos que apresentassem disartria progressiva. Todos os participantes foram avaliados quanto à respiração, voz (fonação e ressonância), articulação, inteligibilidade e prosódia antes e ao final do tratamento. Para o tratamento de cada subsistema foram dedicadas cinco sessões de 45 minutos de duração, realizadas uma vez na semana, totalizando um máximo de 25 sessões. **Resultados:** houve melhora nos TMF, e em alguns casos foram obtidos valores praticamente normais, com melhora na eficiência glótica. A maioria teve melhora nos parâmetros vocais. Todos melhoraram coordenação, força, velocidade e refinamento do ato motor. Também observou-se melhora da velocidade, ritmo, tremor e diminuição da variedade de parâmetros alterados, bem como da entonação, *pitch*, *loudness* e velocidade. Foram adequadas as pausas para respiração e reduzidos o *monopitch* e a *monoloudness*. Todos obtiveram inteligibilidade acima de 90% tanto na produção de palavras quanto frases, e alguns atingiram 100%. **Conclusões:** A significativa melhora da inteligibilidade e, de modo geral, dos subsistemas da fala sugere que o protocolo é viável ao tratamento de pessoas com disartria progressiva.

Palavras-chave: disartria; avaliação perceptivo-auditiva; tratamento; *biofeedback*.

INTRODUÇÃO

Disartrias são transtornos motores de fala (TMFs) causados por distúrbios neurológicos que comprometem o controle neuromuscular de um ou mais subsistemas da produção da fala: respiratório, fonatório, ressonantal, articulatório e/ou prosódico (DUFFY, 2019; KENT et al., 1999). As características da fala disártrica dependem do local e da extensão da lesão neurológica, o que resultará no tipo de disartria (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1969a, 1969b, 1975; DUFFY, 2019). As disartrias são bastante heterogêneas entre os pacientes, isto é, podem apresentar manifestações diferentes mesmo entre pacientes com o mesmo diagnóstico (FINCH; RUMBACH; PARK, 2020).

Nesse sentido, o tratamento torna-se complexo e ainda não há um consenso entre os fonoaudiólogos de como deve ser conduzido, nem evidência científica suficientemente robusta para guiar a prática clínica (MITCHELL et al., 2017). Além disso, a maioria dos estudos sobre o tratamento das disartrias direciona-se às disartrias não progressivas, estáveis. Porém, independentemente do tipo de tratamento, os objetivos terapêuticos consistem em melhorar a inteligibilidade e a naturalidade da fala e, inerente a esses objetivos, parece ser necessário adotar uma abordagem fisiológica e multissistêmica (HERTRICH, 2021; NETSELL; DANIEL, 1979; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005; YORKSTON et al., 1999).

A abordagem multissistêmica consiste em tratar todos os subsistemas da fala que não estejam funcionando corretamente, levando em consideração a gravidade e a natureza fisiológica da deficiência. Isso requer a compreensão da interação dos subsistemas envolvidos a fim de determinar qual(is) fator(es) está(ão) influenciando mais na produção da fala e selecionar e sequenciar os objetivos específicos (NETSELL; DANIEL, 1979; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005). Planejar e sequenciar o tratamento significa seguir uma hierarquia, iniciando pelo subsistema cujo comprometimento interfira no desempenho dos demais subsistemas da fala e oriente a progressão do tratamento, partindo do subsistema de maior impacto para a inteligibilidade da fala para aquele de menor impacto (NETSELL, 1986; ORTIZ, 2006; PORTALETE et al., 2019).

O enfoque do tratamento na fisiologia garante ao clínico uma variedade de técnicas: técnicas comportamentais (exercícios), recursos instrumentais (*biofeedbacks*), próteses, dispositivos de comunicação alternativa e/ou aumentativa,

tratamento farmacológico e/ou cirúrgico, estimulação cerebral não invasiva, entre outros (HERTRICH, 2021). O tratamento fonoaudiológico para a disartria também pode envolver uma abordagem terapêutica eclética, incorporando aspectos de diferentes abordagens para maximizar os efeitos do tratamento (THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005). Por exemplo, as técnicas comportamentais associadas ao uso de *biofeedbacks* e incorporando os princípios de aprendizagem motora, como a alta frequência de prática, variação de estímulos e oferta de *feedback*, possuem maior potencial de promover reorganização e plasticidade cerebral (JOHANSEN-BERG et al., 2002; LIOTTI et al., 2002; MAAS et al., 2008; NUDO; WISE; SIFUENTES, 1996).

As técnicas comportamentais focam na melhora da inteligibilidade através da reabilitação dos subsistemas da fala por meio de um incremento do apoio fisiológico, do aprendizado de estratégias compensatórias e da prevenção de desajustes (HERTRICH, 2021; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005). O uso de *biofeedbacks* tem sido um adjunto às técnicas comportamentais por três motivos: é um meio efetivo de restabelecer o controle motor da entrada sensorial em todos os subsistemas da fala; permite uma maior especificidade na resposta (correção de parâmetros), pois os pacientes conseguem concentrar-se nos elementos-chave de seus problemas de fala por meio da comparação contínua do desempenho real com um determinado alvo; auxilia a engajar, motivar comportamentos e generalizar o aprendizado das habilidades através da possibilidade de *gamificação* da terapia, em que as estratégias terapêuticas apoiam-se em mecânicas e características de jogos (ACKERMANN; HUGHES, 2003; SOUZA, 2019; TAN et al., 2014; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005). Apesar disso, são poucas as pesquisas que utilizam instrumentos de *biofeedback* no tratamento da disartria, especialmente em adultos.

Os objetivos desta pesquisa foram: desenvolver um protocolo de tratamento baseado nos princípios de aprendizagem motora utilizando instrumentos de *biofeedback* visual (BV) para pessoas com diferentes tipos de disartria progressiva; e aplicar e verificar os efeitos desse tratamento nos subsistemas da fala e na inteligibilidade. Nossa hipótese foi de que a aplicação de uma hierarquia de tratamento motor e dos princípios de aprendizagem motora, incluindo o uso de instrumentos de BV, resulta na melhora dos subsistemas da fala afetados e, conseqüentemente, da inteligibilidade da fala, e é eficaz para diferentes tipos de disartria progressiva.

MÉTODOS

Este estudo divide-se em duas fases: i) elaboração do Protocolo de Tratamento da Disartria com *Biofeedback* (PTDis-Bio); ii) aplicação do PTDis-Bio em pacientes com diferentes tipos de disartria progressiva.

Fase 1 – Elaboração do Protocolo de Tratamento para Disartria com *Biofeedback*

A elaboração do PTDis-Bio envolveu a seleção do tipo de intervenção, a estruturação e o sequenciamento das sessões e a utilização de instrumentos de BV. Esse processo buscou fundamentação na literatura sobre as principais abordagens terapêuticas fonoaudiológicas e estratégias de reabilitação dos subsistemas da fala (ATEN, 1988; DARLEY; ARONSON; BROWN, 1969a, 1969b, 1975; DUFFY, 2019; MAAS et al., 2008; MITCHELL et al., 2017; NETSELL, 1986; NETSELL; DANIEL, 1979; PALMER; ENDERBY, 2007; SCHMIDT et al., 2005; SPENCER; YORKSTON; DUFFY, 2003; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005). Dessa forma, o protocolo consistiu numa abordagem multissistêmica fisiológica embasada nos princípios de aprendizagem motora, incluindo a oferta de BV instrumental, e foi delineado de modo a intervir sequencialmente nos subsistemas da fala geralmente afetados nas disartrias: respiração, ressonância, fonação, articulação e prosódia. A seguir, passa-se a expor a estrutura do Protocolo que foi elaborado na Fase 1, antes do atendimento aos pacientes; a aplicação do PTDis-Bio é explicada e detalhada na Fase 2.

A implementação da estrutura da aprendizagem motora foi pensada para incluir: treino pré-prática, estrutura da prática e natureza do *feedback* (MAAS et al., 2008; SCHMIDT et al., 2005). O treino pré-prática foi desenvolvido com os objetivos de preparar o paciente para a prática e garantir (a) a motivação adequada para aprender, (b) a compreensão adequada da tarefa, e (c) a “estimulabilidade” para respostas aceitáveis, a fim de evitar frustrações por não conseguir produzir algum alvo corretamente.

As sessões de prática foram estruturadas identicamente para todos os pacientes, respeitando-se as particularidades individuais ao empregar diferentes exercícios para cada tipo de disartria e ao selecionar os alvos de terapia. O plano de tratamento foi disposto em grande quantidade de sessões, e as etapas foram organizadas em blocos, cada um com cinco sessões para o tratamento específico de

cada subsistema da fala. As sessões foram estruturadas para aplicar estratégias comportamentais, objetivando a produção aproximada ao alvo e oferecendo, em determinados momentos, pistas (*feedbacks*) verbais e visuais (*biofeedback* instrumental) para modelagem da produção.

Quanto ao tipo de *feedback*, foram escolhidos para serem ofertados tanto *feedbacks* relacionados ao conhecimento sobre os resultados quanto sobre o desempenho, porque ambos servem como base para a correção de erros nas tentativas de produção aproximada ao alvo e para orientar o paciente para o movimento correto. O *feedback* sobre o resultado refere-se ao desvio de uma meta espacial ou temporal, cuja intenção é fornecer informações mais gerais após o término do exercício. Já o *feedback* sobre o desempenho deve considerar a natureza ou a qualidade da performance.

O planejamento do protocolo incluiu a oferta de BV instrumental (Quadro 3) junto às informações qualitativas (*feedbacks*) fornecidas pelo terapeuta. Nesse caso, devido às condições e aos equipamentos presentes no laboratório onde este estudo foi executado, apenas três instrumentos foram selecionados para servirem como BV: o nasômetro para apoiar os exercícios de ressonância; o eletroglotógrafo, os exercícios de fonação; e o ultrassom, os exercícios de articulação dos movimentos de língua.

Quadro 3 – Especificações técnicas e utilização dos instrumentos de *biofeedback* visual

Instrumentos	Objetivos gerais	Objetivos específicos	Princípios de aprendizagem motora
<p><u>Nasômetro:</u> Nasometer™ II 6450, KayPENTAX Inc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir hipernasalidade • Melhorar a inteligibilidade e a naturalidade da fala 	<ul style="list-style-type: none"> • Produzir os enunciados com valores de nasalância abaixo do limiar determinado pelo <i>software</i> do jogo • Evitar a “compensação” da hipernasalidade com <i>loudness</i> excessiva • Produzir conjuntos de frases predominantemente orais com valores de nasalância inferiores ou aproximados a 27% para enunciados com alta pressão intraoral; e a 32% com baixa pressão intraoral 	<ul style="list-style-type: none"> • Foco atencional externo • Alta complexidade • <i>Feedback</i> sobre o desempenho
<p><u>Eletroglotógrafo:</u> Electroglottograph™ 6103, KayPENTAX Inc. Módulo Real-Time EGG Analysis 5138 do <i>software</i> Computerized Speech Lab (CSL™) CSL™ 4500, KayPENTAX Inc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar a coaptação glótica • Aumentar a resistência glótica • Melhorar a estabilidade fonatória • Melhorar a inteligibilidade da fala 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustentar a emissão de vogais, no tempo máximo de fonação (TMF), podendo-se produzir as vogais em diferentes frequências (ex.: som hiperagudo), intensidades (ex.: <i>messa di voce</i>) e tons (escalas musicais) • Evitar esforço muscular excessivo, controlando-se a qualidade vocal durante a emissão 	<ul style="list-style-type: none"> • Foco atencional externo • Alta complexidade • <i>Feedback</i> sobre o desempenho
<p><u>Ultrassom:</u> Ultrassom portátil, modelo DP 6600, da marca Mindray Transdutor (sonda) endocavitário, modelo 65C10EA, com frequência de 5MHz</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar a produção articulatória • Melhorar a inteligibilidade da fala 	<ul style="list-style-type: none"> • Observar, ajustar e monitorar os gestos articulatórios dos fonemas cujo articulador ativo é a língua em nível de fonema isolado, sílaba, palavra e frase • Corrigir erros de <i>undershoot</i> (quando a língua se aproxima do palato duro, mas não consegue fazer contato) • Corrigir o direcionamento dos gestos articulatórios 	<ul style="list-style-type: none"> • Foco atencional externo • Alta complexidade • <i>Feedback</i> sobre o desempenho

Para o planejamento e o sequenciamento do tratamento com o PTDis-Bio, buscou-se adaptar alguns princípios da teoria da Hierarquia do Tratamento Motor da Fala utilizando o princípio *bottom-up* (i.e. “da base para o topo”), que determina que a terapia inicie pelo subsistema cujo comprometimento interfira no desempenho dos demais subsistemas da fala, e orienta a progressão do tratamento motor da fala. A escolha da sequência da hierarquia do tratamento considerou as premissas de Netsell (1986): quais subsistemas da fala estão alterados; a gravidade relativa da alteração de cada subsistema; a contribuição de cada subsistema para alteração da fala e redução de inteligibilidade; e as bases neuropatológicas das alterações dos subsistemas.

Fase 2 – Aplicação do Protocolo de Tratamento para Disartria com *Biofeedback*

A segunda fase consistiu num estudo de caso múltiplo, cujo objetivo foi aplicar o PTDis-Bio em pacientes com diferentes tipos de disartria progressiva. Foram verificados os efeitos de intervenção com o PTDis-Bio na respiração, ressonância, fonação, articulação, prosódia e na inteligibilidade da fala. Este estudo possui aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria, sob números 2.952.850 e 3.702.241.

Participantes

Os participantes foram recrutados para a pesquisa mediante divulgação externa, por conveniência, e pela demanda encaminhada para a clínica de fonoaudiologia da universidade.

Os critérios estabelecidos para inclusão na pesquisa foram apresentar histórico de doenças neurodegenerativas com diagnóstico fonoaudiológico de disartria, e possuir idade acima de 19 anos (idade estabelecida pela OMS para caracterizar adultos); e acuidade visual adequada ou corrigida para receber *feedback* visual. Foram adotados como critérios de exclusão o diagnóstico de alguma síndrome ou mutação genética que determinasse natureza congênita da disartria; uso de prótese dentária mal adaptada ou aparelho dentário fixo ou móvel (para evitar distúrbios articulatorios decorrentes do seu uso, mascarando as alterações do subsistema articulatorio da fala disártrica); cirurgia prévia de cabeça e pescoço; uso de

traqueostomia; diagnóstico de perda auditiva moderada ou maior sem utilização de aparelho de amplificação sonora individual (para evitar falha no automonitoramento da fala).

Ao todo, 22 pessoas com diferentes distúrbios neurológicos voluntariaram-se para participar da pesquisa, mas apenas nove apresentaram diagnóstico de doença neurodegenerativa e disartria. Três participantes não puderam concluir o tratamento por motivos de problemas de saúde recorrentes, rigidez e fadiga extrema que impediam a locomoção até a clínica de fonoaudiologia. Sendo assim, está documentada neste estudo a administração do PTDis-Bio em quatro adultos (P1, P2, P3, P4) e dois idosos (P5, P6), com diferentes doenças neurodegenerativas e tipos de disartria (Quadro 4):

Quadro 4 – Dados clínicos e sociodemográficos dos participantes

P	Sexo	Idade	Média de idade (anos)	Escolaridade	Ocupação	Fisio patologia	Tipo de disartria
P1	M	58	46	E.M.C.	Ferroviário (AP)	DP	Hipocinética
P2	M	37		P.G.	Administrador	EM-RR	Espástica-atáxica
P3	M	31		E.S.C.	Médico	TC + EM-RR	Espástica-atáxica
P4	M	58		E.F.I.	Azulejista (AF)	ELA	Flácida-espástica
P5	M	70	69,5	E.S.C.	Médico veterinário (AP)	DP	Hipocinética
P6	F	69		E.F.I.	Do lar / Evangelizadora	DP	Hipocinética

Legenda: P – Participante; M – Masculino; F – Feminino; E.F.I. – Ensino Fundamental Incompleto; E.M.C. – Ensino Médio Completo; E.S.C. – Ensino Superior Completo; P.G. – Pós-graduação; AP – Aposentado; AF – Afastado em decorrência da doença; DP – Doença de Parkinson; EM-RR – Esclerose Múltipla Recorrente-Remitente; TC – Tumor Cerebral; ELA – Esclerose Lateral Amiotrófica.

Os participantes P2, P3 e P4 já haviam recebido intervenção fonoaudiológica, especialmente para avaliações e orientações em relação à disfagia, mas não receberam terapia de fala semelhante à proposta deste estudo. Até o momento da pesquisa, os pacientes não estavam em tratamento fonoaudiológico pelo menos há dois anos.

Procedimentos

Para atender aos critérios de inclusão/seleção dos participantes, atentando para os objetivos da pesquisa, realizou-se uma anamnese específica para pacientes disártricos ou com outros TMFs (elaborada pelas autoras). Foram investigados dados relativos ao nascimento, desenvolvimento linguístico, escolaridade e ocupação, história clínica (diagnóstico médico constando tipo, local e data da lesão e/ou do diagnóstico, exames complementares, atendimento multiprofissional, etc.) e antecedentes patológicos, presença de queixas e outros hábitos. Também foram analisadas as informações sobre o estado cognitivo, consciência das alterações de fala e condições de modificação da fala, limitações de atividade e restrições de participação e prognóstico.

Após a anamnese, o paciente e/ou familiar/cuidador foram orientados quanto à conduta fonoaudiológica. O protocolo de intervenção preconiza a realização de múltiplas avaliações para medir o desempenho em tarefas de respiração, voz (fonação e ressonância), articulação, inteligibilidade e prosódia. Portanto, todos os participantes que atenderam aos critérios de seleção da amostra foram avaliados antes da intervenção (linha de base) e ao final.

O tipo respiratório foi avaliado qualitativamente por meio do Protocolo da Universidade de Queensland, observando-se tipo e fluxo respiratório para a construção da fala e manutenção do *pitch* e *loudness* na fala encadeada (MURDOCH, 2005). Foram avaliados os Tempos Máximos de Fonação (TMF) de /a/, /i/, /s/ e /z/ e a relação s/z conforme o Protocolo de Avaliação das Disartrias (ORTIZ, 2006). Para a avaliação dos TMF, os participantes foram solicitados a respirar confortavelmente e sustentar a voz em frequência e volume habituais (BEHLAU et al., 2001). Um modelo curto para cada emissão foi fornecido. Os participantes repetiram as emissões três vezes para obter uma média. Os tempos foram registrados por meio de um cronômetro analógico manual, do início ao fim da emissão, e medidos em segundos.

Foram considerados valores normais de TMF/a,i/ entre 25 a 35 s para homens e 15 a 25 s para mulheres (BEHLAU et al., 2001) e, em idosos, 16 s para homens e 12 s para mulheres (BEHLAU, 1999; FABRON et al., 2011; MORSOMME et al., 1997). Valores inferiores a esses indicam escape aéreo e valores superiores sugerem aumento na atividade glótica (BEHLAU et al., 2001). Com relação às medidas de TMF de /s/ e /z/, foram considerados valores normais entre 15 s a 25 s para adultos, sendo valores inferiores a 15 s indicativos de comprometimento do suporte respiratório (BEHLAU et al., 2001). O cálculo da relação s/z avalia a eficiência glótica, portanto,

resultados próximos a 1 sugerem bom funcionamento glótico, enquanto valores inferiores a 0,8 indicam hipercontração das pregas vocais (PPVV) à fonação e valores superiores a 1,2 indicam falta de coaptação correta das PPVV à fonação (BEHLAU et al., 2001).

Em relação à avaliação perceptivo-auditiva vocal, foram registrados os parâmetros pré-determinados através do protocolo analógico-visual do Consenso de Avaliação Perceptivo-auditiva (CAPE-V) (BEHLAU, 2004), com adaptação do item ressonância, obtidos pela emissão sustentada da vogal /a/, frases e fala espontânea, em velocidade, *pitch* e *loudness* habituais. Os aspectos vocais foram analisados por quatro juízas especialistas que mensuraram a intensidade do desvio dos parâmetros vocais numa escala de 0 mm (ausência de desvio no parâmetro avaliado) a 100 mm (intensidade máxima do desvio no parâmetro). Foi realizada uma média das quatro avaliações. Nessa escala, o intervalo entre 0 e 35,5 mm indica qualidade vocal normal, incluindo desvios leves; valores entre 35,6 mm e 50,5 mm indicam desvios leves a moderados; valores entre 50,6 mm e 90,5 mm indicam desvios moderados; e valores acima de 90,6 mm indicam desvios vocais intensos (YAMASAKI et al., 2007).

Para avaliação da articulação, foi realizada análise dos movimentos de lábios, língua e mandíbula na emissão de cinco repetições rápidas dos sons /p/, /u'i/ e /ka'ta/ observando coordenação, velocidade, força, etc. segundo o Protocolo de Avaliação das Disartrias (ORTIZ, 2006). Também foram realizadas tarefas diadococinéticas de AMRs (*alternating motion rate* - taxa de movimentos alternados) e de SMRs (*sequential motion rate* - taxa de movimentos sequenciais), em que se avaliou a qualidade da produção e a quantidade de sílabas articuladas rapidamente em 10 s (ORTIZ, 2006). Para a avaliação, os participantes foram instruídos a respirar confortavelmente e repetir sílabas (/pa/, /ta/ e /ka/) ou a sequência de sílabas (/pa.ta.ka/) o mais rápido possível por 10 s, sem distorcer os sons, em frequência e intensidade habituais (PIERCE; COTTON; PERRY, 2013). O tempo foi cronometrado do início ao fim da emissão e a examinadora manteve o braço levantado para sinalizar a duração da tarefa. Um modelo curto para cada emissão foi fornecido. As tarefas foram gravadas em vídeo para análise qualitativa e em áudio para contagem dos picos através do *software* PRAAT (BOERSMA; WEENINK, 2020). Foram considerados valores normais de taxa diadococinética (sílabas por segundo) 6,69 para /pa/, 6,71 para /ta/, 6,03 para /ka/ e 6,58 para /pataka/, e em idosos os valores foram 6,05 para

/pa/, 5,87 para /ta/, 5,52 para /ka/ e 6,13 para /pataka/ (PADOVANI; GIELOW; BEHLAU, 2009).

Aspectos prosódicos, como velocidade, entonação, *pitch* e *loudness* foram avaliados qualitativamente pelo Protocolo de Avaliação da Universidade de Queensland (MURDOCH, 2005). A velocidade também foi avaliada de forma quantitativa, observando-se o número de palavras faladas por minuto (ORTIZ, 2006). No contexto de conversação, admitiu-se como valor de referência 144 ± 13 pal/min, e no contexto de leitura 155 ± 19 pal/min (OLIVEIRA; ORTIZ; VIEIRA, 2004). A inteligibilidade foi avaliada através do Protocolo de Avaliação da Inteligibilidade de Fala (PAIF) (BARRETO; ORTIZ, 2016), em que cada paciente repetiu, em velocidade, *pitch* e *loudness* de fala habituais, 60 palavras e pseudopalavras e 25 sentenças. A fala foi gravada e transcrita ortograficamente por um ouvinte leigo, o qual foi instruído a “escutar e escrever exatamente o que achava que o falante havia enunciado”. Para valores de referência, uma pontuação acima de 89,58% na produção de palavras e acima de 96,80% na produção de sentenças indica normalidade.

A partir das avaliações os pacientes foram classificados conforme o tipo de disartria e receberam uma estrutura padronizada de intervenção, sendo diferenciada pelos objetivos individuais de tratamento conforme o diagnóstico fonoaudiológico.

Foram determinadas 25 sessões de terapia em virtude do prazo estabelecido para execução do estudo. Para o tratamento de cada subsistema da fala foram dedicadas cinco sessões de 45 minutos de duração, realizadas uma vez na semana, em razão das limitações de locomoção dos pacientes, que não podiam comparecer mais vezes

Todos os pacientes iniciaram o tratamento fonoaudiológico pela reabilitação da respiração. O tratamento dos pacientes P1, P5 e P6 seguiu a ordem: respiração → fonação → prosódia → articulação. O tratamento dos pacientes P2 e P4 seguiu a ordem: respiração → ressonância → articulação → prosódia. O tratamento do paciente P3 seguiu a ordem: respiração → fonação → articulação.

Análise dos dados

Os resultados foram analisados de forma descritiva, comparando-se achados das avaliações fonoaudiológicas antes e após o tratamento fonoaudiológico com o PTDis-Bio. Nenhuma análise estatística foi conduzida devido ao tamanho amostral.

RESULTADOS

Fase 1 – Elaboração do Protocolo de Tratamento para Disartria com *Biofeedback*

A estrutura geral das sessões está apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 – Estrutura das sessões: pré-prática, prática e retenção.

	Objetivos	Duração
Pré-prática	Garantir a motivação para aprender; Estabelecer objetivos específicos para a sessão; Dar as instruções das tarefas e garantir a compreensibilidade das instruções por parte do paciente; Demonstrar a produção correta dos alvos. Oferecer oportunidades de praticar a habilidade;	0 – 10'
Prática + Utilização de BV instrumental	Promover a consolidação de esquemas de memória (“recall”) e reconhecimento; Melhorar os alvos definidos para tratamento; Garantir o automonitoramento na fala encadeada aplicando tarefas funcionais para situações comunicativas diárias.	10' – 40'
Retenção	Reforçar a importância dos exercícios para a melhora da fala.	40' – 5'

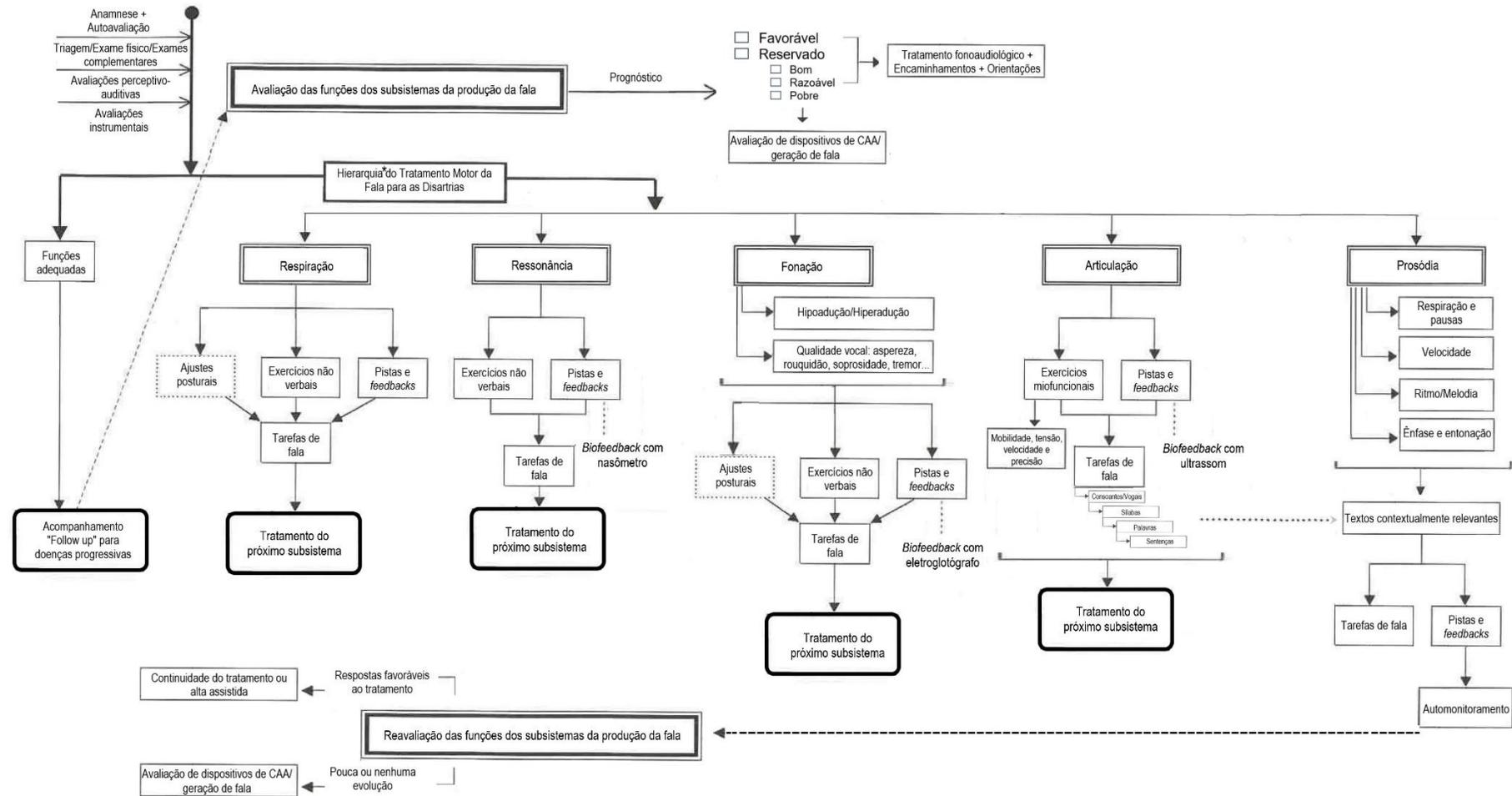
A pré-prática consiste em motivar o paciente e explicar a importância do subsistema em questão, aplicando conceitos básicos de anatomia e fisiologia, através de figuras, vídeos e do modelo da terapeuta. Quando utilizados instrumentos de BV (Quadro 3), explica-se a aplicação dessas ferramentas e apresenta-se o modelo correto de produção do alvo para que o paciente possa visualizar e reproduzir.

O período de prática constitui-se de uma abordagem comportamental utilizando exercícios específicos para cada subsistema e cada paciente. Nesse momento, há oferta de *feedbacks* em relação ao resultado e ao desempenho e de instrumentos de BV para apoiar o tratamento da ressonância, fonação e articulação.

Os últimos cinco minutos destinam-se à retenção da atividade, retomando a explicação sobre o funcionamento do subsistema tratado e sua relevância para a produção da fala. Também são ressaltados os alvos trabalhados para reforçar a importância dos exercícios.

No Fluxograma 1 está apresentada a estrutura da intervenção fonoaudiológica do PTDis-Bio para o tratamento dos cinco subsistemas da fala, em que para cada subsistema são destinadas cinco sessões de 45 minutos.

Fluxograma 2 – Estrutura da intervenção fonoaudiológica do PTDis-Bio



Legenda: CAA – Comunicação Aumentativa ou Alternativa; *Entende-se por hierarquia o tratamento sequencial de componentes mais severamente comprometidos.

Fase 2 – Aplicação do Protocolo de Tratamento para Disartria com *Biofeedback*

Na Tabela 1 estão apresentadas as medidas quantitativas do Protocolo de Disartria (respiração, diadococinesia e prosódia), CAPE-V com adaptação do item ressonância e PAIF.

Tabela 1 – Dados quantitativos da avaliação perceptivo-auditiva dos subsistemas da fala antes e depois do tratamento fonoaudiológico

	P1		P2		P3		P4		P5		P6	
	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós	pré	pós
Protocolo de Disartria												
<i>Respiração</i>												
(Medidas aerodinâmicas)												
TMF/a/ (s)	14.23	21.07	4.3	24.31	25.31	14.15	14.47	24.02	13.16	15.91	11.79	17.0
TMF/i/ (s)	13.34	28.05	4.0	19.85	34.56	27.64	12.98	23.65	8.67	16.11	14.2	17.91
TMF/s/ (s)	5.78	8.20	5.44	10.55	17.45	17.0	6.4	18.18	13.3	11.2	11.31	10.37
TMF/z/ (s)	8.78	10.83	6.26	12.12	17.9	17.0	8.36	16.9	13.2	13.68	12.73	20.52
Relação s/z	0.62	0.75	0.86	0.87	0.97	1	0.76	1.07	1	0.82	0.88	0.5
<i>Diadococinesia</i>												
/pa/ (nº)	6,3	4,5	3,1	4,1	5,2	5,2	3,7	3,4	5,1	4,8	4,9	5,0
/ta/ (nº)	4,5	4,0	1,5	4,6	4,2	5,2	3,5	3,3	5,5	6,9	4,5	5,5
/ka/ (nº)	3,5	3,0	0,9	2,6	4,2	3,9	3,0	2,8	5,7	5,0	4,5	4,4
/pataka/ (nº)	1,5	3,3	2,1	3,6	5,1	4,8	3,6	3,0	3,0	6,3	4,8	5,4
<i>Prosódia</i>												
Velocidade(pal/min)	140 (L)	133 (L)	65 (C)	88 (C)	109 (L)	116 (L)	103 (L)	109 (L)	100 (C)	130 (C)	141 (C)	148 (C)
CAPE-V + Ressonância												
Grau geral	35,5	18,33	57,5	36,66667	28,75	33,33	43,75	40	42,5	43,33	48,75	28,75
Rugosidade	35,5	13,33	38,75	15	17,5	30	10	25	32,5	40	45	16,25
Soprosidade	18,75	11,67	40	1,67	6,25	11,67	0	5	43,75	16,67	38,25	15
Tensão	7,5	0,00	13,75	1,67	2,5	0	21,25	28,33	2,5	15	13,75	21,25

R. Oral	12,5	0,00	15	1,67	20	33,33	0	0	1,25	0	2,5	11,25
R. Hipernasal	15	0,00	7,5	1,67	11,25	0	23,75	3,33	0	0	17,5	7,5
R. Hiponasal	0	3,33	7,5	1,67	3,75	33,33	0	0	12,5	0	2,5	0
R. Faríngea	15	16,67	25	23,33	16,25	20	28,75	16,67	10	16,67	30	33,75
R. Laríngea	17	6,77	25	1,67	10	8,33	10	10	16,25	8,3	10	10
R. Laringofaríngea	2,5	0,00	12,5	1,67	6,25	16,67	12,5	6,67	16,25	0	12,5	12,5
R. Anterior	7,5	0,00	6,25	1,67	13,75	3,33	7,5	1,67	1,25	0	2,5	3,75
R. Posterior	3,75	0,00	16,25	1,67	1,25	0	2,5	0	12,25	1,67	5	12,5
Afonia	1,25	0,00	6,25	1,67	1,25	0	0	0	1,25	0	2,5	0
Diplofonia	2,5	0,00	3,75	1,67	1,25	0	0	0	1,25	0	0	0
Som basal	8,75	3,33	1,25	1,67	15	0	0	3,33	3,75	0	2,5	0
Falsete	1,25	0,00	1,25	25	1,25	0	0	0	1,25	0	0	0
Astenia	18,75	0,00	52,5	13,33	1,25	0	20	0	22,5	0	37,5	2,5
Instabilidade de frequência	27	11,67	27	0	15	5	45	10	20	6,67	26,25	15
Tremor	6,25	0,00	18,75	1,67	12,5	0	17,5	10	2,5	0	20	7,5
Qualidade molhada	6,25	0,00	2,5	1,67	12,5	0	0	0	2,5	0	2,5	0
PAIF (%)												
Palavras	88	100	88	100	100	100	86	93	86	100	78	100
Sentenças	80	100	80	96	100	100	84	92	96	100	96	100

No Quadro 6 estão descritos os resultados da avaliação dos sistemas respiratório, articulatorio (com diadococinesia) e prosódico.

Quadro 6 – Dados qualitativos da avaliação perceptivo-auditiva do Protocolo de Disartria das bases motoras da fala antes e depois do tratamento fonoaudiológico.

Protocolo de Queensland	pré			pós			
<i>Respiração</i>	Tipo, fornecimento e controle do fluxo respiratório para fala encadeada						
	P1	Tipo misto Leve insuficiência e falta de controle do fluxo expiratório			Tipo misto Controle suficiente do fôlego para a fala		
	P2	Tipo clavicular Severa insuficiência e falta de controle do fluxo expiratório			Tipo misto Leve insuficiência e falta de controle do fluxo expiratório		
	P3	Tipo abdominal Leve insuficiência e falta de controle do fluxo expiratório			Tipo misto Leve insuficiência e falta de controle do fluxo expiratório		
	P4	Tipo torácico Leve insuficiência e falta de controle do fluxo expiratório			Tipo misto Leve insuficiência e falta de controle do fluxo expiratório		
	P5	Tipo misto Leve insuficiência e falta de controle do fluxo expiratório			Tipo misto Controle suficiente do fôlego para a fala		
	P6	Tipo torácico Moderada insuficiência e falta de controle do fluxo expiratório			Tipo misto Leve insuficiência e falta de controle do fluxo expiratório		
<i>Articulação</i>		/pa/	/u.'i/	/ka.'ta/	/pa/	/u.'i/	/ka.'ta/
	P1	Mínima força	Movimentação em apenas uma direção Mínima força	↓ moderada de força Distorção fonética	Velocidade diminuída	Movimentação em apenas uma direção	↓ leve de força
P2	↓ velocidade Movimentos grosseiros Mínima força	↓ velocidade Mínima força	Incoordenação leve ↓ excessiva de força Distorção fonética	Lento	Normal	↓ leve de força	

<i>Diadococinesia</i>	P3	Movimentos grosseiros	Movimentos grosseiros	Incoordenação moderada ↓ moderada de força Hipernasalidade	Normal	Normal	Normal		
	P4	↓ velocidade Movimentos inconsistentes irregulares Movimentos grosseiros Deterioração progressiva Mínima força Tremor Hipernasalidade	e ↓ velocidade Movimentos inconsistentes irregulares Movimentos grosseiros Deterioração progressiva Hipernasalidade	e Incoordenação moderada ↓ moderada de força Deterioração progressiva Distorção fonética	↓ velocidade Movimentos grosseiros Tremor Hipernasalidade	↓ velocidade Movimentos grosseiros	Incoordenação leve ↓ leve de força Deterioração progressiva		
	P5	↓ velocidade Deterioração progressiva Mínima força Tremor	↓ velocidade Movimentação em apenas uma direção Deterioração progressiva Mínima força Tremor	Incoordenação leve ↓ leve de força Deterioração progressiva	Normal	Normal	Desempenho pobre		
	P6	Movimentos inconsistentes irregulares Tremor	e ↓ velocidade Movimentos inconsistentes irregulares Tremor	e ↓ leve de força Tremor	↓ velocidade	Normal	Normal		
		/pa/	/ta/	/ka/	/pataka/	/pa/	/ta/	/ka/	/pataka/

P1	Lento Não ritmado Intensidade inconsistente Tremor ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Intensidade inconsistente Tremor Distorção fonética ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Intensidade inconsistente Tremor ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado ↓ amplitude de movimentos	Normal	Frequência inconsistente ↓ amplitude de movimentos	Não ritmado Intensidade inconsistente Distorção fonética	Lento
P2	Lento Não ritmado Intensidade inconsistente ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Intensidade inconsistente Tremor Distorção fonética ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Intensidade inconsistente Tremor ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Intensidade inconsistente ↓ amplitude de movimentos	↓ amplitude de movimentos	↓ amplitude de movimentos	Não ritmado ↓ amplitude de movimentos	Não ritmado
P3	Não ritmado Intensidade inconsistente ↓ amplitude de movimentos	Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Tremor Distorção fonética ↓ amplitude de movimentos	Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Distorção fonética ↓ amplitude de movimentos	↓ amplitude de movimentos	↓ amplitude de movimentos	Normal	Não ritmado

Prosódia

P4	Lento Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Distorção fonética Hiper-nasalidade ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Tremor Distorção fonética Hiper-nasalidade ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Hiper-nasalidade ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Distorção fonética Hiper-nasalidade ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Intensidade inconsistente Distorção fonética Hiper-nasalidade	Lento Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Hiper-nasalidade ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Intensidade inconsistente Hiper-nasalidade ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Hiper-nasalidade
P5	Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Tremor ↓ amplitude de movimentos	Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Tremor Distorção fonética ↓ amplitude de movimentos	Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Tremor Distorção fonética ↓ amplitude de movimentos	Inabilidade para realizar	Tremor ↓ amplitude de movimentos	Tremor	Normal	Distorção fonética ↓ amplitude de movimentos
P6	Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Tremor ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Tremor ↓ amplitude de movimentos	Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Tremor ↓ amplitude de movimentos	Lento Não ritmado Frequência inconsistente Intensidade inconsistente Tremor ↓ amplitude de movimentos	Normal	Normal	Normal	Não ritmado

Entonação, *pitch*, *loudness* e velocidade

- | | | |
|----|---|--|
| P1 | <p>Inadequação esporádica na marcação da sílaba tônica e na terminação de frases; excessiva falta de entonação em partes normalmente tônicas da fala; monotonia; decréscimo progressivo de tonicidade ou inflexão.
 <i>Pitch</i> adequado ao sexo e idade; <i>monopitch</i> e <i>monoloudness</i> excessivos; <i>loudness</i> moderadamente fraca; moderada redução progressiva da <i>loudness</i>.
 Velocidade moderadamente rápida, principalmente ao final de um segmento de fala; pausas inadequadas para respiração.</p> | <p>Inadequação esporádica na marcação da sílaba tônica e na terminação de frases; leve falta de entonação em partes normalmente tônicas da fala.
 <i>Pitch</i> adequado ao sexo e idade; <i>monopitch</i> e <i>monoloudness</i> leves; <i>Loudness</i> levemente fraca; manutenção da <i>loudness</i>.
 Velocidade levemente rápida, principalmente ao final de um segmento de fala.</p> |
| P2 | <p>Inadequação persistente na marcação da sílaba tônica e na terminação de frases; moderada falta de entonação em partes normalmente tônicas da fala; decréscimo progressivo de tonicidade ou inflexão.
 <i>Pitch</i> levemente agudo; <i>monopitch</i> leve.
 <i>Loudness</i> moderadamente fraca; <i>monoloudness</i> moderada; moderada redução progressiva da <i>loudness</i>.
 Velocidade moderadamente rápida, principalmente ao final de um segmento de fala; pausas inadequadas para respiração.</p> | <p>Inadequação persistente na marcação da sílaba tônica; inadequação esporádica na terminação de frases; moderada falta de entonação em partes normalmente tônicas da fala.
 <i>Pitch</i> levemente agudo; variação normal de <i>pitch</i>.
 <i>Loudness</i> moderadamente fraca; <i>monoloudness</i> moderada.
 Velocidade levemente rápida, mas mantém-se constante dentro de certos segmentos de fala encadeada.</p> |
| P3 | <p>Inadequação esporádica na marcação da sílaba tônica e na terminação de frases; leve excesso de entonação em partes normalmente não tônicas da fala.
 <i>Pitch</i> levemente grave; <i>monopitch</i> moderado.
 <i>Loudness</i> levemente forte; leve redução progressiva da <i>loudness</i>.
 Velocidade levemente lenta, tornando-se vagarosa ao final de um segmento de fala; pausas inadequadas para respiração.</p> | <p>Inadequação esporádica na marcação da sílaba tônica; leve falta de entonação em partes normalmente tônicas da fala.
 <i>Pitch</i> adequado ao sexo e idade; <i>monopitch</i> leve.
 <i>Loudness</i> suficiente, apropriada, estável e com modulação normal.
 Velocidade adequada para o contexto e suficiente para permitir um entendimento claro da fala, mantendo-se constante dentro de certos segmentos de fala encadeada.</p> |
| P4 | <p>Inadequação persistente na marcação da sílaba tônica e na terminação de frases; excessiva falta de entonação em partes normalmente tônicas da fala; decréscimo progressivo de tonicidade ou inflexão.
 <i>Pitch</i> excessivamente agudo; <i>monopitch</i> excessivo.
 <i>Loudness</i> moderadamente fraca; <i>monoloudness</i> excessiva; excessiva redução progressiva da <i>loudness</i>.
 Velocidade excessivamente lenta, principalmente ao final de um segmento de fala; pausas inadequadas para respiração.</p> | <p>Inadequação persistente na marcação da sílaba tônica e na terminação de frases; excessiva falta de entonação em partes normalmente tônicas da fala; decréscimo progressivo de tonicidade ou inflexão.
 <i>Pitch</i> excessivamente agudo; <i>monopitch</i> moderado.
 <i>Loudness</i> excessivamente fraca; <i>monoloudness</i> excessiva; moderada redução progressiva da <i>loudness</i>.
 Velocidade excessivamente lenta; principalmente ao final de um segmento de fala; pausas inadequadas para respiração.</p> |

P5	<p>Inadequação persistente na marcação da sílaba tônica e na terminação de frases; excessiva falta de entonação em partes normalmente tônicas da fala; monotonia; decréscimo progressivo de tonicidade ou inflexão. <i>Pitch</i> adequado ao sexo e idade; <i>monopitch</i> excessivo. <i>Loudness</i> moderadamente fraca; <i>monoloudness</i> excessiva; moderada redução progressiva da <i>loudness</i>. Velocidade moderadamente lenta; principalmente ao final de um segmento de fala; pausas inadequadas para respiração.</p>	<p>Inadequação esporádica na marcação da sílaba tônica e na terminação de frases; leve excesso de entonação em partes normalmente tônicas da fala. <i>Pitch</i> adequado ao sexo e idade; variação normal de <i>pitch</i>. <i>Loudness</i> levemente forte/excedente; <i>monoloudness</i> leve; manutenção da <i>loudness</i>. Velocidade adequada para o contexto e suficiente para permitir um entendimento claro da fala, mantendo-se constante dentro de certos segmentos de fala encadeada.</p>
P6	<p>Inadequação persistente na marcação da sílaba tônica e na terminação de frases; excessiva falta de entonação em partes normalmente tônicas da fala; monotonia; decréscimo progressivo de tonicidade ou inflexão. <i>Pitch</i> levemente grave; <i>monopitch</i> leve. <i>Loudness</i> excessivamente fraca (quase inaudível); <i>monoloudness</i> excessiva; excessiva redução progressiva da <i>loudness</i>. Velocidade moderadamente lenta; principalmente ao final de um segmento de fala; pausas inadequadas para respiração.</p>	<p>Inadequação esporádica na marcação da sílaba tônica e na terminação de frases; leve excesso de entonação em partes normalmente não tônicas da fala e falta de entonação em partes normalmente tônicas da fala. <i>Pitch</i> levemente agudo; variação normal de <i>pitch</i>. <i>Loudness</i> suficiente, apropriada e com modulação normal; leve redução progressiva da <i>loudness</i>. Velocidade levemente lenta, mas mantém-se constante dentro de certos segmentos de fala encadeada.</p>

DISCUSSÃO

Elaboração do Protocolo de Tratamento para Disartria com *Biofeedback*

Nosso primeiro objetivo foi elaborar um protocolo de tratamento para disartria com uma abordagem essencialmente comportamental, baseada nos princípios de aprendizagem motora, com a incorporação de BV instrumental no processo terapêutico. A abordagem comportamental favorece a reorganização cerebral e a neuroplasticidade, e maximiza o aprendizado de habilidades motoras, sendo de extrema importância no tratamento de TMFs (JOHANSEN-BERG et al., 2002; LIOTTI et al., 2002; MAAS et al., 2008; NUDO; WISE; SIFUENTES, 1996). Esse aprendizado depende de princípios de aprendizagem motora, isto é, fatores relacionados à estrutura da prática, seleção de estímulos e natureza do *feedback* (MAAS et al., 2008).

Os conceitos atribuídos a esses princípios baseiam-se na Teoria do Esquema. Essa teoria assume que a produção da fala envolve um programa motor generalizado, responsável pelos comandos à produção de fonemas, sílabas e enunciados, e ao desenvolvimento de parâmetros que coordenam os subsistemas da fala, como velocidade, amplitude, força, etc. (MAAS et al., 2008). Dessa perspectiva, os comandos à musculatura e ao controle dos subsistemas dependem do conhecimento do sistema motor sobre as relações entre as condições iniciais, os comandos motores gerados e o resultado do movimento, capturado em termos de esquemas.

Nesse sentido, deve fazer parte dos objetivos de tratamento de TMFs o ajuste desses esquemas, tanto na organização do programa motor (esquema de “recall”) quanto na avaliação da tentativa/resultado do movimento (esquema de reconhecimento) (MAAS et al., 2008; SCHMIDT et al., 2005). Isso é possível quando alguns princípios são considerados, como grande quantidade de prática, oferta de *feedbacks* para atualização dos esquemas, e transferência do aprendizado para outras situações (MAAS et al., 2008).

Os benefícios desses princípios têm sido encontrados principalmente na terapia de apraxia e afasia, restando muitos *gaps* em relação à disartria. Contudo, há evidência de que há falha na programação nos casos de disartria hipocinética e nos casos de lesão de neurônio motor superior e inferior, com alteração na recuperação e parametrização do programa motor, sendo assim, é provável que pessoas com disartria se beneficiem dessa abordagem (MAAS et al., 2008).

Em vista disso, foram incluídos diversos princípios no PTDis-Bio a fim de maximizar o aprendizado motor: a) definiu-se um grande número de sessões para oferecer muitas oportunidades de prática e promover maior estabilidade de esquemas de “recall” e de reconhecimento, sendo fundamental para a automatização da ativação de PMGs; b) as sessões foram distribuídas em uma vez na semana, durante aproximadamente 25 semanas, de modo a dar oportunidade para processos de consolidação da memória e facilitar o aprendizado; c) o PTDis-Bio consistiu tanto em prática constante quanto variável, visto que os alvos de tratamento devem ser atualizados após cinco sessões de uma prática específica; d) a organização do protocolo deu-se em blocos, havendo diferentes exercícios, estratégias e alvos em cada etapa, mas não de forma aleatória, para ampliar a estabilidade dos esquemas; e) nas etapas de tratamento da respiração e da prosódia o foco atencional foi interno, e nas etapas de ressonância, fonação e articulação, o foco atencional foi externo, almejando a automatização do movimento e aumento da retenção e da transferência; f) a complexidade do PTDis-Bio consistiu em evoluir do mais simples ao mais complexo, para evitar tanto a sobrecarga cognitiva, quanto a prática desnecessária de aspectos já dominados.

Em relação à natureza do *feedback*, deveria ser ofertado tanto *feedback* sobre o resultado quanto sobre o desempenho e, à medida que o paciente avançasse na prática, o *feedback* deveria ser oferecido cada vez menos, de forma a beneficiar o aprendizado motor. Além disso, exceto pelo BV instrumental, em que o *feedback* é imediato, as respostas acerca do resultado do movimento deveriam ser dadas atrasadas, após o término da prática, para favorecer o automonitoramento.

É necessário maximizar o aprendizado motor para alcançar outro objetivo elementar no tratamento da disartria: melhorar a inteligibilidade da fala, mesmo que de forma compensatória, dentro dos limites do mecanismo da fala neurologicamente debilitado (ENDERBY, 2013; PORTALETE et al., 2019; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005). Portanto, é imprescindível considerar a fisiopatologia subjacente à disartria e as deficiências neuromotoras da fala para realizar a seleção e o sequenciamento das estratégias da terapia, e aplicar os métodos de tratamento baseados na fisiologia (HERTRICH, 2021; NETSELL; DANIEL, 1979; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005; YORKSTON et al., 1999).

Em relação à hierarquia de tratamento implementada no protocolo, o PTDis-Bio foi delineado de modo a intervir sequencialmente nos subsistemas da fala afetados

em caso de disartria. Foram adaptados alguns princípios da teoria da Hierarquia do Tratamento Motor da Fala, utilizando o princípio *bottom-up* (HAYDEN; SQUARE, 1994). A escolha da sequência da hierarquia do tratamento considerou as premissas neurobiológicas da disartria (NETSELL, 1986).

A partir disso, o primeiro alvo do PTDis-Bio é o subsistema respiratório, pois o aumento da resistência respiratória resulta na capacidade de produzir mais sílabas em uma respiração e falar por longos períodos de tempo, sendo fundamental para dar suporte ao tratamento dos demais subsistemas da fala (SOLOMON; CHARRON, 1998; SPENCER; YORKSTON; DUFFY, 2003). Após o tratamento e melhora da respiração, a terapia deve ser direcionada aos componentes funcionais que mais impactam na comunicação, isto é, que reduzem a inteligibilidade da fala e prejudicam o desempenho dos outros subsistemas (ORTIZ, 2006).

Desta maneira, a orientação do PTDis-Bio é de que se for detectada alteração nos focos de ressonância vertical e/ou horizontal de forma que o subsistema ressonantal tenha maior impacto na redução da inteligibilidade da fala, deve ser realizado o tratamento desse subsistema, considerando que a ressonância também tem influência sobre a voz e a articulação (ORTIZ, 2006). No entanto, se o distúrbio fonatório for o principal contribuinte para a redução da inteligibilidade da fala, indica-se seguir para o tratamento do subsistema fonatório, pois as alterações nesse subsistema são complexas e causam desconforto no ouvinte, tanto nos casos de hipoadução das PPVV quanto nos casos de hiperadução (RAMIG, SCHERER, 1992).

Como a produção da fala requer o envolvimento e a coordenação de todos os subsistemas da fala, o tratamento dos distúrbios articulatórios e prosódicos característicos da disartria deve ser considerado em relação às deficiências concomitantes nos subsistemas respiratório, velofaríngeo e laríngeo (ORTIZ, 2006; PORTALETE et al., 2019; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005).

As primeiras definições da disartria consideravam-na como uma alteração especificamente articulatória e a sua reabilitação envolvia apenas treinos articulatórios. Contudo, atualmente o tratamento do subsistema articulatório deve compor um programa mais extensivo e integrado (CARRARA-DE ANGELIS, 2002; ORTIZ, 2006). Por exemplo, em relação à prosódia, é importante esclarecer, que apesar de ter um bloco destinado especificamente ao seu tratamento, os distúrbios prosódicos devem ser tratados desde os estágios iniciais da terapia (por exemplo, na leitura de textos para o tratamento da respiração e da ressonância). O tratamento

específico da prosódia envolve a aplicação de técnicas trabalhadas previamente, como pausas respiratórias, velocidade, variação adequada de *pitch* e *loudness* (THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005).

A escolha desta abordagem clássica de tratamento e a subdivisão em blocos, destinando a cada um a reabilitação de um subsistema da fala, atentaram para a viabilidade de aplicação dos instrumentos de BV, neste caso nasômetro, o eletroglotógrafo e o ultrassom. Ainda não há evidência científica robusta a respeito dessa abordagem instrumental nos casos de disartria, mas diversos pesquisadores encorajam incorporar o BV ao tratamento dessa população (GALEK; BICE; ALLEN, 2021; HARTELIUS; THEODOROS; MURDOCH, 2005; HERTRICH, 2021; KUMAR et al., 2011; NETSELL; DANIEL, 1979; PRESTON et al., 2017; SCHALLING et al., 2013; SUGDEN et al., 2019; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005).

A nasometria é uma das ferramentas mais utilizadas como recurso de *biofeedback* na terapia de pacientes com disfunção velofaríngea (DVF) para aumentar a percepção visual do fluxo aéreo nasal e oral durante a fala (KUMMER; LEE, 1996). Recentemente um protocolo com *biofeedback* foi desenvolvido para o tratamento da disartria espástica e utilizou os jogos do nasômetro para promover o automonitoramento da fala, resultando numa diminuição de 25% nos escores de nasalância para tarefas verbais, aumento de 37% da inteligibilidade da fala e de 44% da satisfação com a fala (GALEK; BICE; ALLEN, 2021). Tal estudo demonstrou a utilidade e viabilidade clínica do *biofeedback* com o nasômetro para o tratamento da disartria, e reforçou a importância dos princípios de aprendizagem motora para a reabilitação dos subsistemas da fala.

Para o monitoramento dos gestos articulatorios, um método de *biofeedback* que tem sido cada vez mais utilizado é o ultrassom por permitir a visualização do complexo movimento de toda a língua durante a produção de diferentes sons (DAWSON; TIEDE; WHALEN, 2016; HERTRICH, 2021). Apesar de não termos encontrado estudos com essa tecnologia em adultos com disartria, acredita-se que o ultrassom pode levar a uma mudança imediata e preferencial no movimento da língua, sendo benéfico principalmente para os ajustes na parte posterior da língua que não é visualizada normalmente (YANO et al., 2015). Foi provado que o emprego do ultrassom, aliado à teoria da aprendizagem motora baseada em esquemas, no tratamento da apraxia e disartria em crianças facilita o aprendizado dos sons da fala (PRESTON et al., 2017).

Entre outras instrumentações que podem ser empregadas na clínica fonoaudiológica está o eletroglotógrafo que, embora seja destinado predominantemente à avaliação fisiológica vocal, pode proporcionar muitos benefícios para pacientes com distúrbios fonatórios em nível de vibração de PPVV, como a disartria, por fornecer *biofeedback* em tempo real (HERBST, 2020; WIETHAN et al., 2015).

Aplicação do Protocolo de Tratamento para Disartria com *Biofeedback*

Outro objetivo deste estudo foi aplicar e verificar os efeitos do tratamento com o PTDIs-Bio nos subsistemas da fala e na inteligibilidade. Nossa hipótese foi de que a aplicação de uma hierarquia de tratamento motor e dos princípios de aprendizagem motora, especialmente o BV, melhora os subsistemas da fala afetados e, conseqüentemente, a inteligibilidade da fala.

Para melhor compreensão dos subsistemas alterados e da magnitude da alteração, e conseqüentemente melhor definição da conduta terapêutica, é fundamental realizar a avaliação perceptivo-auditiva de todos os subsistemas da fala, além das habilidades diadococinéticas e da inteligibilidade de fala, incluindo aspectos subjetivos e objetivos (ORTIZ, 2006; PADOVANI, 2011).

A respiração pode ser avaliada mediante obtenção das medidas aerodinâmicas e da avaliação perceptiva, principalmente durante a fala encadeada. A maioria dos participantes apresentou TMF/a,i/ bastante reduzidos antes da terapia, o que é esperado nos casos de disartria (BEHLAU et al., 2001; PORTALETE et al., 2021). Os resultados da aplicação do PTDIs-Bio evidenciaram a melhora do suporte respiratório durante a fonação e aumento na atividade glótica.

Os participantes com DP (P1, P5, P6) melhoraram todos os TMF, estando no espectro da normalidade (com exceção de P1 na emissão do TMF/a/). O participante com ELA (P2) também melhorou todos os TMF, apresentando valores aproximadamente normais para TMF/a/, assim como o participante com TC e EM-RR (P4) que teve aumento de 10 s em relação às medidas anteriores, com TMF/a,i/ praticamente normais.

Ao contrário dos demais, o participante com EM-RR (P3) não apresentou melhora no desempenho dos TMF/a,i/, mas a eficiência glótica se manteve normal (relação s/z = 1) sugerindo bom funcionamento glótico. P1 aumentou os valores da

relação s/z, mas manteve a hipercontração das PPVV à fonação. P4 melhorou a eficiência glótica, indicando bom funcionamento glótico. Ao contrário dos demais, P5 e P6 apresentaram valores diminuídos, sugerindo hipercontração glótica, possivelmente devido ao aumento na tensão glótica decorrente das técnicas aplicadas na terapia da fonação.

Resultados semelhantes foram encontrados na terapia com o método Lee Voice Silverman Treatment (LSVT®), em que o tratamento comportamental da respiração foi eficiente para melhora da coordenação pneumofonoarticulatória (BYEON, 2018) e também para a inteligibilidade da fala (SOLOMON et al., 2004). Esses resultados demonstram a importância do tratamento do subsistema respiratório, visto que o adequado suporte respiratório é essencial à estabilidade da qualidade e intensidade vocal, assim como para uma boa prosódia (ORTIZ, 2006).

Em relação à avaliação perceptivoauditiva vocal, foram registrados os parâmetros pré-determinados através do protocolo analógico-visual do CAPE-V (BEHLAU, 2004). Antes de receber o tratamento com o PTDis-Bio, os participantes apresentavam diversos tipos e graus de desvios vocais. A heterogeneidade dos sintomas vocais é característica das disartrias, não sendo incomum que alguns pacientes não apresentem disfonia e em outros o desvio vocal seja o primeiro sinal de alteração do sistema nervoso (BEHLAU et al., 2005a).

Após o tratamento, a maioria dos participantes teve melhora nos parâmetros vocais. P1 apresentou melhora no grau geral dos desvios vocais e também nos parâmetros de rugosidade, soprosidade, astenia e instabilidade de frequência, apresentando qualidade vocal normal. P2, que possuía um grau geral moderado dos desvios vocais e astenia, passou a apresentar um desvio leve, e os parâmetros de rugosidade e soprosidade que tinham um grau de desvio leve passaram a estar dentro dos limites da qualidade vocal normal. De modo geral, P3 não apresentou alteração na qualidade vocal antes e depois do tratamento com o PTDis-Bio. Da mesma maneira, P4 também não teve melhoras significativas nos parâmetros vocais, exceto pela instabilidade de frequência que possuía um grau de desvio levemente moderado e, após o tratamento, passou a estar dentro dos limites da normalidade. Os participantes P5 e P6 exibiam previamente um grau geral levemente moderado dos desvios vocais, no entanto, P5 apresentou estabilidade no tratamento e P6 apresentou significativa melhora tanto no grau geral, quanto nos parâmetros de rugosidade e

soprosidade. Possivelmente isso pode estar relacionado aos valores reduzidos na relação s/z que indicam hipercontração glótica à fonação (visto anteriormente).

Mesmo nos casos em que houve estabilidade do grau de desvio, esse resultado deve ser visto como positivo, pois pacientes com degeneração progressiva dos subsistemas da fala manifestam problemas funcionais de comunicação que aumentam progressivamente junto com a doença e que podem requerer o uso de recursos comunicativos aumentativos e/ou alternativos (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION., 2016; BEHLAU et al., 2005a; BLOCH; TUOMAINEN, 2017).

Foram analisados os movimentos de lábios, língua e mandíbula, observando-se a coordenação, velocidade e força, bem como foram realizadas tarefas diadococinéticas de AMRs e SMRs, avaliando-se a qualidade da produção e a quantidade de sílabas articuladas, conforme Protocolo de Avaliação das Disartrias (ORTIZ, 2006). Quanto à análise articulatória qualitativa, todos os participantes apresentaram melhora na coordenação, força, velocidade e refinamento do ato motor. Na análise das tarefas diadococinéticas, de modo geral, observou-se melhora da velocidade, ritmo, tremor e diminuição da variedade de parâmetros alterados.

Antes do tratamento com o PTDis-Bio, todos os participantes apresentavam redução na quantidade de sílabas produzidas por segundo e não houve melhora nesse sentido após o tratamento. Os resultados sugerem que a melhora do desempenho está em nível de qualidade de produção e não na taxa diadococinética. Dessa forma, esses dados reforçam que a análise articulatória e diadococinética quantitativa não deve ser interpretada isoladamente, pois a análise da qualidade do movimento é imprescindível à compreensão dos processos fisiopatológicos (PADOVANI; GIELOW; BEHLAU, 2009).

Aspectos prosódicos, como velocidade, entonação, *pitch* e *loudness* foram avaliados qualitativamente pelo Protocolo de Avaliação da Universidade de Queensland (MURDOCH, 2005). Com exceção da inadequação na marcação da sílaba tônica e terminação de frases, a qual teve uma melhora discreta nos pacientes, pode-se afirmar que, de modo geral, o tratamento melhorou a entonação, o *pitch*, a *loudness* e a velocidade de fala, adequou as pausas para respiração, e reduziu o *monopitch* e a *monoloudness*. Resultados semelhantes foram encontrados na terapia com o LSVT®, o qual gerou melhora na inteligibilidade da fala, no automonitoramento auditivo e na prosódia (BAUMANN et al., 2018; HERTRICH, 2021).

A velocidade também foi avaliada de forma quantitativa, observando-se o número de palavras faladas por minuto (ORTIZ, 2006). Todos os participantes apresentaram velocidade diminuída de fala, seja no parâmetro de fala espontânea/conversa o ou leitura de texto padronizado. Com exce o de P1, que diminuiu a velocidade de fala, todos os demais aumentaram a velocidade. Os participantes P1, P5 e P6 apresentaram velocidade de fala adequada ao fim do tratamento. Em estudo sobre a velocidade de fala em dis rtricos, foram encontrados valores m dios de velocidade durante a fala espont nea de 83,27 palavras por minutos, e durante a leitura de texto de 85,32 palavras por minuto (OLIVEIRA; ORTIZ; VIEIRA, 2004). Em compara o com essas medidas, pode-se afirmar que os casos estudados neste artigo apresentaram maior velocidade de fala ao final do tratamento.

Sem d vidas, a pros dia   um subsistema motor e lingu stico muito complexo e demanda um bom funcionamento dos demais subsistemas (HERTRICH, 2021).   prov vel que uma maior evolu o terap utica nesse n vel seja encontrada num tratamento envolvendo maior quantidade de sess es, ou num acompanhamento continuado, ou conforme a assimila o do paciente ao novo comportamento comunicativo, empregando diariamente as t cnicas e orienta es oriundas do tratamento fonoaudiol gico.

Os resultados da avalia o com o PAIF (BARRETO; ORTIZ, 2016) evidenciam a significativa melhora da inteligibilidade de fala. Todos obtiveram pontua es acima de 90% tanto na produ o de palavras quanto frases, sendo que alguns obtiveram pontua es de 100%. Assim como no estudo de Baumann (2018), a adequa o da inteligibilidade de fala resulta de uma proposta de tratamento comportamental que respeita princ pios de aprendizagem motora e provoca modifica es a n vel cerebral, favorecendo a modifica o do comportamento comunicativo.

Uma limita o importante do estudo   de que n o houve avalia o de reten o devido   situa o de pandemia da COVID-19. Os resultados de desempenho durante ou logo ap s a pr tica podem ser melhores do que os resultados na avalia o em um longo per odo ap s a finaliza o da pr tica.

CONCLUS ES

A ilustra o dos casos descreveu um protocolo usado para melhorar a inteligibilidade da fala e demonstrou a utilidade e viabilidade cl nica em seis

participantes com diferentes tipos de disartria progressiva. A instrumentação de *biofeedback* visual selecionada forneceu aos pacientes informações sobre desempenho e progressão em direção aos alvos e melhor desempenho. O objetivo deste estudo não foi avaliar diretamente a eficácia do tratamento, mas ilustrar a aplicação de princípios científicos no tratamento da disartria progressiva.

A avaliação perceptivoauditiva pós-tratamento fornece evidências preliminares de que a aplicação desses princípios pode orientar o tratamento. Embora os participantes tenham apresentado aumento na inteligibilidade da fala e melhora, em geral, dos subsistemas da fala, não é possível atribuir diretamente os resultados positivos à aplicação do protocolo. Estudos futuros devem incluir uma amostra maior e um grupo controle para caracterizar a relação entre o protocolo e os resultados.

Os resultados positivos não excluem a progressão da doença e necessidade de monitoramento e talvez avaliação da necessidade de dispositivos de CAA, apenas mostram que, nos casos ilustrados, foi possível prolongar a funcionalidade da comunicação oral e a melhora na qualidade de vida

Fonoaudiólogos são convidados a utilizar o protocolo e relatar aos autores a experiência e os resultados da sua aplicação.

REFERÊNCIAS

- ACKERMANN, H.; HUGHES, T. A. T. Dysarthria and Dysphonia. In: *Neurological Disorders: Course and Treatment*. 2nd. ed. [s.l.] Elsevier, 2003. p. 245–248.
- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. Dysarthria in Adults. Disponível em: <<https://www.asha.org/Practice-Portal/Clinical-Topics/Dysarthria-in-Adults/>>.
- ATEN. Spastic Dysarthria, 1988.
- BARRETO, S. S.; ORTIZ, K. Z. Protocol for the Evaluation of Speech Intelligibility in Dysarthrias: Evidence of Reliability and Validity. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, v. 67, n. 4, p. 212–218, 2016.
- BAUMANN, A. et al. Neural Correlates of Hypokinetic Dysarthria and Mechanisms of Effective Voice Treatment in Parkinson Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, v. 32, n. 12, p. 1055–1066, 2018.
- BEHLAU, M. Presbifonia: envelhecimento vocal inerente à idade. *Intervenção*

fonoaudiológica na terceira idade, p. 3, 1999.

BEHLAU, M. et al. Avaliação de Voz. In: Voz: O Livro do Especialista. 1 (3) ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p. 85–246.

BEHLAU, M. Consensus auditory – perceptual evaluation of voice (CAPE-V), ASHA 2003. Rev Soc Bras Fonoaudiol, v. 9, n. 3, p. 187–9, 2004.

BEHLAU, M. et al. Disfonias Neurológicas. In: Voz: O Livro do Especialista. Volume II. Rio de Janeiro: Revinter, 2005. p. 111–162.

BLOCH, S.; TUOMAINEN, J. Progressive dysarthria and augmentative and alternative communication in conversation: establishing the reliability of the Dysarthria-in Interaction Profile. International Journal of Language and Communication Disorders, v. 52, n. 1, p. 3–9, 2017.

BOERSMA, P.; WEENINK, D. Praat: doing phonetics by computer, 2020. Disponível em: <<http://www.praat.org/>>

BYEON, H. The Combined Effects of Lee Silverman Voice Treatment and Abdominal Respiration on the Maximum Phonation Time in Parkinson's Disease. International Journal of Engineering & Technology, n. 4.39, p. 86–89, 2018.

CARRARA-DE ANGELIS, E. D. Avaliação dos componentes funcionais do mecanismo de produção fonoarticulatória. In: Métodos de avaliação e diagnóstico de laringe e voz. São Paulo: LOVISE, 2002. p. 223–239.

DARLEY, F. L.; ARONSON, A. E.; BROWN, J. O. E. R. Clusters of Deviant Speech Dimensions in the Dysarthrias. Journal of Speech and Hearing Research, p. 462–496, 1969a.

DARLEY, F. L.; ARONSON, A. E.; BROWN, J. R. Differential diagnostic patterns of dysarthria. Journal of Speech and Hearing Research, v. 12, n. 2, p. 246–269, 1969b.

DARLEY, F. L.; ARONSON, A. E.; BROWN, J. R. Motor speech disorders. 1st. ed. Philadelphia: Saunders, 1975.

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.

DUFFY, J. R. Motor Speech Disorders E-Book: Substrates, Differential Diagnosis, and Management. 4th. ed. St. Louis (MO): Elsevier Health Sciences, 2019.

ENDERBY, P. Disorders of communication. In: Handbook of Clinical Neurology. Amsterdam: Elsevier B.V., 2013. v. 110p. 273–281.

FABRON, E. M. G. et al. Medidas da dinâmica respiratória em idosos participantes

de grupos de terceira idade. *Revista CEFAC*, v. 13, n. 5, p. 895–901, 2011.

FINCH, E.; RUMBACH, A. F.; PARK, S. Speech pathology management of non progressive dysarthria: a systematic review of the literature. *Disability and Rehabilitation*, v. 42, n. 3, p. 296–306, 2020.

GALEK, K.; BICE, E. M.; ALLEN, K. A Novel Protocol Designed to Treat Spastic Dysarthria Secondary to Traumatic Brain Injury: A Case Study. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, v. 6, n. 3, p. 542–552, 25 jun. 2021.

HARTELIUS, L.; THEODOROS, D.; MURDOCH, B. Use of electropalatography in the treatment of disordered articulation following traumatic brain injury: A case study. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, v. 13, n. 3, p. 189–204, 2005.

HAYDEN, D. A.; SQUARE, P. A. Motor Speech Treatment Hierarchy: a systems approach. *Clinics in communication disorders*, v. 4, n. 3, p. 162–174, 1994.

HERBST, C. T. Electroglottography – An Update. *Journal of Voice*, v. 34, n. 4, p. 503– 526, 2020.

HERTRICH, I. Dysarthria. *The Handbook of Language and Speech Disorders*. 2021.

HILGER, A. I. Impaired Sensorimotor Integration for Prosodic Production in Ataxic Dysarthria. [s.l.: s.n.].

JOHANSEN-BERG, H. et al. Correlation between motor improvements and altered fMRI activity after rehabilitative therapy. *Brain*, v. 125, n. 12, p. 2731–2742, 2002.

KENT, R. D. et al. Acoustic studies of dysarthric speech: Methods, progress, and potential. *Journal of Communication Disorders*, v. 32, n. 3, p. 141–186, 1999.

KUMAR, S. et al. Management of flaccid dysarthria in a case of attempted suicide by hanging. *Eastern Journal of Medicine*, v. 16, n. 1, p. 66–71, 2011.

KUMMER, A. W.; LEE, L. Evaluation and treatment of resonance disorders. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, v. 27, n. 3, p. 271–281, 1996.

LIOTTI, M. et al. Hypophonia in Parkinson disease: Neural correlates of voice treatment with LSVT revealed by PET. *7th International Conference on Spoken Language Processing, ICSLP 2002*, n. June 1999, p. 2477–2480, 2002.

MAAS, E. et al. Principles of motor learning in treatment of motor speech disorders. *American Journal of Speech-Language Pathology*, v. 17, n. 3, p. 277–298, 2008.

MITCHELL, C. et al. Interventions for dysarthria due to stroke and other adult-acquired, non-progressive brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, v. 2017, n. 1, 2017.

MORSOMME, D. et al. Presbyphonia: Voice differences between the sexes in the elderly. Comparison by Maximum Phonation Time, Phonation Quotient and Spectral Analysis. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, v. 22, n. 1, p. 9–14, 1997.

MURDOCH, B. E. *Disarthria: Uma Abordagem Fisiológica para Avaliação e Tratamento*. 1a ed.

São Paulo: Lovise, 2005.

NETSELL, R. Neurobiologic view of the dysarthrias. In: RAY MCNEI, M.; ROSENBEK, J. C.; ARONSON, A. E. (Eds.). . The Dysarthrias: Physiology, Acoustics, Perception, Management. 1st. ed. [s.l.] College-Hill Press, 1984. p. 1–36.

NETSELL, R.; DANIEL, B. Dysarthria in adults: Physiologic approach to rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 60, n. 11, p. 502–508, 1979. NUDO, R. J.; WISE, B. M.; SIFUENTES, F. Neural Substrates for the Effects of Rehabilitative Training on Motor Recovery After Ischemic Infarct. *Science*, v. 272, n. 22, p. 1791–1794, 1996.

OLIVEIRA, C. R.; ORTIZ, K. Z.; VIEIRA, M. M. Disartria: estudo da velocidade de fala. *Pró-fono: revista de atualização científica*, v. 16, n. 1, p. 39–48, 2004. ORTIZ, K. Z. *Distúrbios neurológicos adquiridos: fala e deglutição*. 2a ed. Barueri: Editora Manole, 2006.

PADOVANI, M.; GIELOW, I.; BEHLAU, M. Phonarticulatory diadochokinesis in young and elderly individuals. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 67, n. 1, p. 58–61, mar. 2009. PADOVANI, M. M. P. *Medidas perceptivo-auditivas e acústicas de voz e fala e autoavaliação da comunicação das disartrias*. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2011.

PALMER, R.; ENDERBY, P. Methods of speech therapy treatment for stable dysarthria: A review. *Advances in Speech Language Pathology*, v. 9, n. 2, p. 140–153, 2007.

PIERCE, J. E.; COTTON, S.; PERRY, A. Alternating and sequential motion rates in older adults. *International Journal of Language & Communication Disorders*, v. 48, n. 3, p. 257–264, 2013.

PORTALETE, C. R. et al. Tratamento motor da fala na disartria flácida: um estudo de caso. *Audiology - Communication Research*, v. 24, p. e2118–e2118, 2019.

PORTALETE, C. R. et al. Acoustic and Physiological Voice Assessment And Maximum Phonation Time In Patients With Different Types Of Dysarthria. *Journal of Voice*, 2021.

PRESTON, J. L. et al. Variable practice to enhance speech learning in ultrasound biofeedback treatment for childhood apraxia of speech: A single case experimental study. *American Journal of Speech-Language Pathology*, v. 26, n. 3, p. 840–852, 2017. SCHALLING, E. et al. Effects of tactile biofeedback by a portable voice accumulator on voice sound level in speakers with Parkinson's disease. *Journal of Voice*, v. 27, n. 6, p. 729–737, 2013.

- SCHMIDT, R. A. et al. Motor control and learning: A behavioral emphasis. 4th. ed. [s.l.] Human kinetics, 2005.
- SOLOMON, N. P. et al. Speech-breathing treatment and LSVT for a patient with hypokinetic-spastic dysarthria after TBI. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, v. 12, n. 4, p. 213–219, 2004.
- SOLOMON, N. P.; CHARRON, S. Speech Breathing in Able-Bodied Children and Children With Cerebral Palsy. *American Journal of Speech-Language Pathology*, v. 7, n. 2, p. 61–78, 1998.
- SOUZA, A. S. Design e avaliação de uma interface gamificada de software de biofeedback de fala. [s.l.] Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2019.
- SPENCER, K. A.; YORKSTON, K. M.; DUFFY, J. R. Behavioral management of respiratory/phonatory dysfunction from dysarthria: A flowchart for guidance in clinical decision making. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, v. 11, n. 2, p. 23, 2003.
- SUGDEN, E. et al. Systematic review of ultrasound visual biofeedback in intervention for speech sound disorders. *International Journal of Language & Communication Disorders*, v. 54, n. 5, p. 705–728, 2019.
- TAN, C. T. et al. Retrogaming as Visual Feedback for Speech Therapy. 2014.
- THEODOROS, D.; THOMPSON-WARD, E. C. Tratamento da Disartria. In: *Disartria: Uma Abordagem Fisiológica para Avaliação e Tratamento*. Queensland: Lovise, 2005. p. 153–200.
- WIETHAN, F. et al. O uso da eletroglotografia, eletromiografia, espectografia e ultrassom nos estudos de fala - revisão teórica. *Revista CEFAC*, v. 17, n. 1, p. 115–125, 2015.
- YAMASAKI, R. et al. Análise perceptivo-auditiva de vozes normais e alteradas: escala analógica visual. XV congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e VII congresso Internacional de fonoaudiologia. Anais...2007
- YANO, J. et al. Effect of visual biofeedback of posterior tongue movement on articulation rehabilitation in dysarthria patients. *J Oral Rehabil*, v. 42, p. 571–579, 2015.
- YORKSTON, K. M. et al. Management of motor speech disorders in children and adults. Austin, TX: Pro-ed. Inc., 1999.

6 DISCUSSÃO

Os principais objetivos da avaliação fonoaudiológica da disartria são possibilitar a compreensão da organização do sistema nervoso no controle motor da fala, contribuir no diagnóstico diferencial e na localização da doença neurológica e direcionar a conduta terapêutica (DUFFY, 2019). A avaliação perceptivo-auditiva é o método mais utilizado para classificar as disartrias através da descrição das dimensões desviantes da fala, além de ser bem documentado e incorporado à prática fonoaudiológica (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1969a, 1968, 1969b). Esse método consiste na avaliação da respiração, da qualidade vocal, da produção articulatória, da prosódia e da inteligibilidade de fala (CHAPPAZ; BARRETO; ORTIZ, 2018).

Apesar de ser considerada o padrão ouro de avaliação, uma crítica frequente à avaliação perceptivo-auditiva da disartria é a subjetividade dos ouvintes (KAY, 2012). Considerando a possibilidade de avaliações instrumentais (acústicas ou fisiológicas) superarem algumas limitações da avaliação perceptivo-auditiva da disartria, fonoaudiólogos têm expressado a necessidade de complementar a avaliação com instrumentos quantitativos mais objetivos (DUFFY, 2019; THEODOROS; MURDOCH; HORTON, 1999; WANNBERG; SCHALLING; HARTELIUS, 2016).

Entre as avaliações instrumentais úteis à avaliação das disartrias estão a análise vocal acústica, a eletroglotografia (EGG) e a nasometria, as quais fornecem medidas quantitativas capazes de auxiliar na determinação dos correlatos de julgamentos perceptivo-auditivos de qualidade vocal, inteligibilidade de fala e tipo de disartria, no planejamento terapêutico e no monitoramento dos efeitos das intervenções (KAY, 2012; KENT *et al.*, 1999; LEE *et al.*, 2019; MILLER; BLOCH, 2017; MURDOCH, 2011; ROY *et al.*, 2001; VOGLER, 2016).

Diferentes tipos de disartria implicam diferentes características clínicas, conforme a fisiopatologia subjacente. Em relação à função vocal na disartria, de modo geral há ineficiência glótica, diminuição do controle de pressão sonora e instabilidade vocal de curto e longo prazo com prejuízo na qualidade da voz (NOFFS *et al.*, 2018). As medidas acústicas utilizadas costumam ser estatísticas de frequência fundamental (F0), medidas de perturbação (*jitter* e *shimmer*), medidas de harmônico-ruído e medidas de tremor (KENT *et al.*, 1999).

Quanto à avaliação fisiológica pela EGG em pacientes com distúrbios neurológicos, a literatura ainda é restrita em relação a patologias muito específicas.

Alguns estudos identificaram frequentes quebras de voz inversamente correlacionadas ao quociente de fechamento das PPVV (YAMOUT *et al.*, 2013), bem como uma disjunção neuromuscular (KONSTANTOPOULOS *et al.*, 2017).

Considerando a complexidade da avaliação isolada da nasalidade em graus mais severos da disartria, principalmente nos casos com maior imprecisão articulatória, a nasometria pode ser relevante à classificação do tipo de disartria e ao dimensionamento da gravidade do distúrbio, já que a hipernasalidade está associada a prejuízos na inteligibilidade de fala (KENT *et al.*, 2003; SAXON *et al.*, 2019). Além disso, a nasometria pode ser um marcador útil na avaliação e no tratamento da disfunção velofaríngea (TANAKA *et al.*, 2019).

Os resultados do primeiro estudo desta tese, intitulado “Avaliação vocal acústica e fisiológica e do tempo máximo de fonação de pacientes com diferentes tipos de disartria”, evidenciam TMF/a/ extremamente reduzidos em todos os participantes, exceto um sujeito que apresentou resultado limítrofe e outro que apresentou TMF/a/ dentro da média, sugerindo escape aéreo à fonação por ineficiência glótica, respiratória ou ambas, configurando a incoordenação pneumofônica que caracteriza as disartrias devido à falta de integração entre as forças musculares respiratórias e laríngeas (BEHLAU *et al.*, 2001; CHIARAMONTE; VECCHIO, 2020; HLAVNIČKA *et al.*, 2020; MOTTA *et al.*, 2018; NORDIO *et al.*, 2018; ORTIZ, 2006; RIBEIRO; ORTIZ, 2009; SOLOMON; GARLITZ; MILBRATH, 2000; VELASCO GARCÍA *et al.*, 2011)

A maioria dos participantes apresentou alteração em medidas vocais acústicas de F_0 , perturbação de frequência, amplitude de perturbação, ruído e tremor. Apesar de a análise vocal acústica ser considerada uma ferramenta útil ao diagnóstico diferencial das disartrias, nesse estudo apenas a Fhi apresentou diferença significativa entre os grupos.

A Fhi relaciona-se à variação da F_0 durante a sustentação, sendo inversamente proporcional à estabilidade da emissão, isto é, quanto mais alta a Fhi, mais instável é a emissão, indicando falha no controle neuromuscular (BARROS; CARRARA-DE ANGELIS, 2002; CARRARA-DE ANGELIS, 2002; CERVANTES, 2002; ROMANN *et al.*, 2019). A Fhi foi significativamente maior no grupo de perfil hiperfuncional (participantes com disartria espástica, atáxica e hipercinética). Esse resultado relaciona-se ao aumento da tensão laríngea e do esforço vocal (EADIE; STEPP, 2013; STEPP; SAWIN; EADIE, 2012). Isso se deve aos mecanismos compensatórios característicos da lesão do neurônio motor superior (MURDOCH; THOMPSON;

STOKES, 1994), à alta variabilidade da F_0 e à instabilidade durante a fonação sustentada nas disfunções cerebelares (ACKERMANN; ZIEGLER, 1994; KENT *et al.*, 2000), e aos surtos involuntários aleatórios de atividade da unidade motora em repouso e tônus variável na musculatura nas hipercinesias (DARLEY; ARONSON; BROWN, 1968; RAMIG *et al.*, 1988; ZWIRNER; BARNES, 1992).

Foram observados valores aumentados para F_0 e Fhi em disártricos com perfil hiperfuncional explicados pelos distúrbios nos comandos neuromotores, que ocasionam mudanças temporais na estrutura mecânica dos órgãos fonatórios e modificam a tensão das PPVV e a F_0 (FUJISAKI, 1997). Quanto maior a tensão, mais alta a F_0 (BEHLAU *et al.*, 2001). O aumento de F_0 e da Fhi especialmente nos participantes com perfil hiperfuncional pode estar relacionado ao *feedback* sensorial alterado das estruturas laríngeas: o esforço vocal torna-se um mecanismo compensatório para superar o distúrbio sensorial devido às falhas na programação e/ou no controle do ato motor (THOPPIL *et al.*, 2017).

Também foram encontradas maiores alterações em três parâmetros acústicos: vF_0 , vAm e $sAPQ$ (KENT; VORPERIAN; DUFFY, 1999). Assim sendo, medidas de F_0 e pressão sonora são parâmetros interessantes para uma investigação minuciosa (CARRARA-DE ANGELIS, 2002).

Quanto à EGG, nesse estudo, os três grupos apresentaram valores diminuídos de *jitter*EGG em relação ao *jitter* acústico (Jitt), divergindo do estudo que encontrou valores aumentados de *jitter*EGG em pacientes com hiperfunção laríngea quando comparados aos pacientes hipofuncionais (JILEK; MARIENHAGEN; HACKI, 2004). Os resultados evidenciam que pacientes disártricos apresentam desvios de *jitter*EGG que são coerentes com as alterações encontradas na análise acústica de fonte glótica.

Ainda, esses resultados sugerem que, em diferentes emissões, os disártricos podem mostrar diferentes F_0 devido às dificuldades motoras. Em decorrência do controle fonatório deficiente e da instabilidade da emissão vocal, os pacientes disártricos podem ser incapazes de emitir a voz com controle rigoroso de *pitch* e *loudness* (VIEIRA; MCINNES; JACK, 2002).

Quanto aos resultados da nasometria, não houve diferença significativa entre os perfis funcionais avaliados. Apenas o perfil misto, composto por participantes com esclerose lateral amiotrófica e esclerose múltipla, apresentou valores de nasalância aumentados para conjuntos de frases orais. Doenças neuromusculares, principalmente progressivas e que causam atrofia ou fraqueza muscular, costumam

resultar em disfunção velofaríngea com hipernasalidade devido à baixa elevação e à função inadequada do véu palatino (GUYTON *et al.*, 2018; LUDLOW; BASSICH, 1983; SAXON *et al.*, 2019; TANAKA *et al.*, 2019).

Por outro lado, disártricos com perfil hipofuncional e hiperfuncional não apresentaram alteração nos valores de nasalância em nosso estudo, mas o funcionamento velofaríngeo nesses pacientes é um tema controverso (CERVANTES, 2002; DARLEY; ARONSON; BROWN, 1969b; HOODIN; GILBERT, 1989; KIM; MCCANN, 2015; NOVOTNÝ *et al.*, 2016; SKODDA; VISSER; SCHLEGEL, 2011). Portanto, a hipernasalidade não é necessariamente uma característica proeminente da disartria hipofuncional e pode variar entre os sujeitos conforme o estado de conservação da base motora ressonantal, que inclui a velocidade de movimento e a rigidez da musculatura velofaríngea de cada paciente (DUEZ; GHIO; VIALLET, 2020).

No que diz respeito ao segundo estudo desta tese, intitulado “Protocolo de Tratamento para Disartria com Biofeedback: PTDis-Bio”, primeiro foi elaborado um protocolo de tratamento para disartria essencialmente comportamental com base nos princípios de aprendizagem motora, incorporando instrumentos de BV no processo terapêutico. Em seguida, o PTDis-bio foi aplicado em adultos e idosos com diferentes tipos de disartria progressiva. Foram verificados os efeitos do tratamento com o PTDis-Bio nos subsistemas da fala e da inteligibilidade.

A abordagem comportamental tem extrema importância no tratamento de TMFs pois favorece a reorganização cerebral e a neuroplasticidade, maximizando o aprendizado de habilidades motoras (JOHANSEN-BERG *et al.*, 2002; LIOTTI *et al.*, 2002; MAAS *et al.*, 2008; NUDO; WISE; SIFUENTES, 1996). Esse aprendizado depende de princípios de aprendizagem motora relacionados à estrutura da prática, à seleção dos estímulos e à natureza do *feedback*, fundamentados na Teoria do Esquema (MAAS *et al.*, 2008).

Essa teoria assume que a produção da fala envolve um programa motor generalizado, responsável pelos comandos da produção de fonemas, sílabas e enunciados e do desenvolvimento de parâmetros que coordenam os subsistemas da fala, como velocidade, amplitude e força (MAAS *et al.*, 2008). Portanto, os comandos da musculatura e do controle dos subsistemas dependem do conhecimento do sistema motor sobre as relações entre as condições iniciais, os comandos motores gerados e o resultado do movimento, capturado em termos de esquemas.

Nesse sentido, deve fazer parte dos objetivos de tratamento de TMFs o ajuste desses esquemas, tanto na organização do programa motor (esquema de “*recall*”) quanto na avaliação da tentativa ou do resultado do movimento (esquema de reconhecimento) (MAAS *et al.*, 2008; SCHMIDT *et al.*, 2005). Isso é possível quando alguns princípios são considerados, como grande quantidade de prática, oferta de *feedbacks* para atualização dos esquemas e transferência do aprendizado para outras situações (MAAS *et al.*, 2008).

A fim de maximizar o aprendizado motor, foram arrolados diversos princípios no PTDis-Bio (MAAS *et al.*, 2008). Estabeleceu-se muitas sessões distribuídas em uma vez na semana, durante aproximadamente 25 semanas. O PTDis-Bio consistiu tanto em prática constante quanto variável, sendo organizado em blocos. Nas etapas de tratamento da respiração e da prosódia, o foco atencional foi majoritariamente interno e, nas etapas de ressonância, fonação e articulação, o foco atencional foi majoritariamente externo. O PTDis-Bio consistiu em evoluir do mais simples para o mais complexo.

Esses princípios foram selecionados para oferecer muitas oportunidades de prática e para promover maior estabilidade de esquemas de “*recall*” e de reconhecimento, de modo a oportunizar processos de consolidação da memória e facilitar o aprendizado. Diferentes técnicas e alvos foram incorporados sucessivamente em cada etapa para ampliar a estabilidade dos esquemas, almejando a automatização do movimento e o aumento da retenção e da transferência. A disposição da complexidade das tarefas buscou evitar sobrecarga cognitiva e prática desnecessária de aspectos já dominados. Ademais, o PTDis-Bio preconiza a oferta de *feedback* sobre o resultado e sobre o desempenho, sendo oferecido cada vez menos à medida que o paciente evolui, de forma a beneficiar o aprendizado motor.

O objetivo elementar no tratamento da disartria é melhorar a inteligibilidade da fala, mesmo que de forma compensatória, dentro dos limites do mecanismo da fala neurologicamente debilitado (ENDERBY, 2013; PORTALETE *et al.*, 2019; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005). Portanto, considerou-se a fisiopatologia subjacente à disartria e as deficiências neuromotoras da fala para a seleção, o sequenciamento e a aplicação das técnicas de tratamento baseados na fisiologia (HERTRICH, 2021; NETSELL; DANIEL, 1979; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005; YORKSTON *et al.*, 1999).

O PTDIs-Bio também foi delineado de modo a intervir sequencialmente nos subsistemas da fala afetados. Foram adaptados alguns princípios da teoria da Hierarquia do Tratamento Motor da Fala, utilizando o princípio *bottom-up* (HAYDEN; SQUARE, 1994). A sequência da hierarquia do tratamento considerou as premissas neurobiológicas da disartria (NETSELL, 1986).

A partir disso, o primeiro alvo do PTDIs-Bio é o subsistema respiratório, considerando que o aumento da resistência respiratória resulta na capacidade de produzir mais sílabas em uma única respiração e falar por longos períodos, o que é fundamental para dar suporte ao tratamento dos demais subsistemas da fala (SOLOMON; CHARRON, 1998; SPENCER; YORKSTON; DUFFY, 2003). Em seguida, a terapia foi direcionada aos componentes funcionais de maior impacto na comunicação, isto é, que reduzem a inteligibilidade da fala e prejudicam o desempenho dos outros subsistemas (ORTIZ, 2006).

A escolha desta abordagem clássica de tratamento e a subdivisão em blocos, destinando a cada um a reabilitação de um subsistema da fala, atentaram para a viabilidade de aplicação dos instrumentos de BV, neste caso o nasômetro, o eletroglotógrafo e o ultrassom. Apesar de não existir evidência científica a respeito dessa abordagem instrumental nas disartrias, diversos pesquisadores encorajam incorporar o BV ao tratamento dessa população (GALEK; BICE, 2021; HARTELIUS; THEODOROS; MURDOCH, 2005; HERTRICH, 2021; KUMAR *et al.*, 2011; NETSELL; DANIEL, 1979; PRESTON *et al.*, 2017; SCHALLING *et al.*, 2013; SUGDEN *et al.*, 2019; THEODOROS; THOMPSON-WARD, 2005).

O *biofeedback* visual proporcionado pelos jogos do nasômetro pode promover o automonitoramento da fala, reduzir os escores de nasalância para tarefas verbais, melhorar a inteligibilidade da fala e aumentar a satisfação com a própria fala (GALEK; BICE, 2021). O ultrassom permite o monitoramento dos gestos articulatórios e pode ser benéfico principalmente para os ajustes em regiões da língua que não são visualizadas normalmente (YANO *et al.*, 2015). Além disso, foi provado que o emprego do ultrassom aliado à teoria da aprendizagem motora baseada em esquemas facilita o aprendizado dos sons da fala (PRESTON *et al.*, 2017). Embora o eletroglotógrafo seja destinado predominantemente à avaliação fisiológica vocal, ele pode proporcionar muitos benefícios para pacientes com distúrbios fonatórios em nível de vibração de PPVV, como a disartria, por fornecer *biofeedback* em tempo real (HERBST, 2020; WIETHAN *et al.*, 2015).

Para verificar os efeitos da intervenção com o PTDis-Bio na respiração, na ressonância, na fonação, na articulação, na prosódia e na inteligibilidade da fala, o protocolo foi aplicado em pacientes com diferentes tipos de disartria progressiva. Nossa hipótese foi de que a aplicação de uma hierarquia de tratamento motor e dos princípios de aprendizagem motora, especialmente o BV, melhora os subsistemas da fala afetados e, conseqüentemente, a inteligibilidade da fala.

A respiração foi avaliada mediante obtenção das medidas aerodinâmicas e da avaliação perceptiva, principalmente durante a fala encadeada. A maioria dos participantes apresentou TMF/a,i/ bastante reduzidos antes da terapia, o que é esperado nos casos de disartria (BEHLAU *et al.*, 2001; PORTALETE *et al.*, 2021). Os resultados da aplicação do PTDis-Bio evidenciaram a melhora do suporte respiratório durante a fonação e o aumento na atividade glótica.

Os participantes com DP (P1, P5 e P6) normalizaram os TMF (com exceção de P1 na emissão do TMF/a/). O participante com ELA (P2) também melhorou os TMF, apresentando valores aproximadamente normais para TMF/a/, assim como o participante com TC e EM-RR (P4), que aumentou 10 s em relação às medidas anteriores, com TMF/a,i/ praticamente normais.

Ao contrário dos demais, o participante com EM-RR (P3) não melhorou os TMF/a,i/, mas a eficiência glótica se manteve normal, sugerindo bom funcionamento glótico, assim como P2. P1 aumentou os valores da relação s/z, mas manteve a hipercontração das PPVV à fonação. P4 melhorou a eficiência glótica, indicando bom funcionamento glótico. Ao contrário dos demais, P5 e P6 apresentaram valores diminuídos, sugerindo hipercontração glótica, possivelmente devido ao aumento na tensão glótica decorrente das técnicas aplicadas na terapia da fonação.

Esses resultados demonstram a importância do tratamento do subsistema respiratório, pois o suporte respiratório é essencial à estabilidade da qualidade e da intensidade vocal, assim como para uma boa prosódia (ORTIZ, 2006).

Em relação à avaliação perceptivoauditiva vocal, foram registrados os parâmetros pré-determinados através do protocolo analógico-visual do CAPE-V (BEHLAU, 2004). Antes de receber o tratamento com o PTDis-Bio, os participantes apresentavam diversos tipos e graus de desvios vocais, de acordo com a heterogeneidade dos sintomas vocais nas disartrias encontrada na literatura (BEHLAU *et al.*, 2005).

Após o tratamento, a maioria teve melhora nos parâmetros vocais. P1 apresentou melhora no grau geral dos desvios vocais e nos parâmetros de rugosidade, sopro, astenia e instabilidade de frequência, apresentando qualidade vocal normal. P2, que possuía um grau geral moderado dos desvios vocais e astenia, passou a apresentar um desvio leve e os parâmetros de rugosidade e sopro passaram a estar dentro dos limites da qualidade vocal normal. P3 não apresentou alteração na qualidade vocal antes e depois do tratamento com o PTDis-Bio. Da mesma maneira, P4 também não teve melhoras significativas nos parâmetros vocais, exceto pela instabilidade de frequência que evoluiu de levemente moderada para dentro dos limites da normalidade.

Os participantes P5 e P6 exibiam previamente um grau geral levemente moderado dos desvios vocais; no entanto, P5 apresentou estabilidade no tratamento e P6 apresentou significativa melhora tanto no grau geral quanto nos parâmetros de rugosidade e sopro. Possivelmente isso pode estar relacionado aos valores reduzidos na relação s/z, que indicam hipercontração glótica à fonação (conforme visto anteriormente).

Mesmo nos casos em que houve estabilidade do desvio, esse resultado é positivo, pois pacientes com degeneração progressiva dos subsistemas da fala manifestam problemas funcionais de comunicação que aumentam junto com a doença e que podem requerer o uso de recursos comunicativos aumentativos e/ou alternativos (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2016; BEHLAU *et al.*, 2005; BLOCH; TUOMAINEN, 2017).

Também foram analisados os movimentos de lábios, língua e mandíbula, observando-se a coordenação, a velocidade e a força, bem como foram realizadas tarefas diadococinéticas de AMRs e SMRs, avaliando-se a qualidade da produção e a quantidade de sílabas articuladas, conforme Protocolo de Avaliação das Disartrias (ORTIZ, 2006). Todos os participantes apresentaram melhora na coordenação, na força, na velocidade e no refinamento do ato motor. Na análise das tarefas diadococinéticas, de modo geral, observou-se melhora da velocidade, do ritmo e do tremor e diminuição da variedade de parâmetros alterados.

Antes do tratamento, todos apresentavam poucas sílabas produzidas por segundo e, após o tratamento, não houve melhora nesse sentido, indicando que a melhora do desempenho está em nível de qualidade de produção e não na taxa diadococinética. Esse resultado reforça que a análise articulatória e diadococinética

quantitativa não deve ser interpretada isoladamente, sendo imprescindível a análise qualitativa do movimento para a compreensão dos processos fisiopatológicos (PADOVANI; GIELOW; BEHLAU, 2009).

Aspectos prosódicos, como velocidade, entonação, *pitch* e *loudness*, foram avaliados qualitativamente pelo Protocolo de Avaliação da Universidade de Queensland (MURDOCH, 2005). Com exceção da inadequação na marcação da sílaba tônica e na terminação de frases, a qual teve uma melhora discreta nos pacientes, pode-se afirmar que, de modo geral, o tratamento melhorou a entonação, o *pitch*, a *loudness* e a velocidade de fala.

A velocidade também foi avaliada de forma quantitativa (ORTIZ, 2006). Todos apresentaram velocidade diminuída de fala, seja no parâmetro de fala espontânea/conversação ou de leitura de texto padronizado. Com exceção de P1, que diminuiu a velocidade de fala, todos os demais aumentaram a velocidade. P1, P5 e P6 apresentaram velocidade de fala adequada ao fim do tratamento.

Os resultados da avaliação com o PAIF (BARRETO; ORTIZ, 2016) evidenciam a significativa melhora da inteligibilidade de fala. Todos obtiveram pontuações acima de 90% na produção de palavras e frases e alguns obtiveram pontuações de 100%. A adequação da inteligibilidade de fala possivelmente resulta de uma proposta de tratamento comportamental que respeita princípios de aprendizagem motora e que provoca modificações a nível cerebral, favorecendo a modificação do comportamento comunicativo.

7 CONCLUSÃO

Em relação à avaliação vocal acústica e fisiológica e ao tempo máximo de fonação de pacientes com diferentes tipos de disartria, os participantes apresentaram redução dos TMF/a/ e alteração das medidas vocais acústicas de fonte glótica dos parâmetros eletroglotográficos. A hipótese de aumento de nasalância em todos os perfis afirmou-se apenas no misto.

Os resultados apontam a dificuldade de realizar um diagnóstico diferencial das disartrias a partir de parâmetros vocais acústicos e fisiológicos, apesar de as características encontradas nas avaliações serem esperadas em pacientes disártricos. Isso reforça a importância da avaliação perceptivo-auditiva global para o diagnóstico diferencial entre as disartrias, visto que o distúrbio neurológico possui inúmeras características que vão além da função vocal.

No que diz respeito à elaboração do Protocolo de Tratamento para Disartria com *Biofeedback* e a sua aplicação em pessoas com disartrias progressivas, os resultados encontrados nesse estudo demonstram a utilidade e a viabilidade clínica do PTDIs-Bio. A instrumentação de *biofeedback* visual selecionada forneceu aos pacientes informações sobre desempenho e progressão em direção aos alvos e, conseqüentemente, melhores resultados nas tarefas de fala. A avaliação perceptivo-auditiva após o tratamento forneceu evidências preliminares de que a aplicação desses princípios é capaz de guiar a conduta terapêutica.

A significativa melhora da inteligibilidade de fala sugere que uma proposta de tratamento comportamental que respeita princípios de aprendizagem motora é capaz de provocar modificações a nível cerebral e, portanto, alterar o comportamento comunicativo. No entanto, esse resultado deve ser interpretado com cautela devido ao número reduzido de participantes, não sendo possível atribuir diretamente os resultados positivos à aplicação do protocolo.

Estudos futuros devem incluir uma amostra maior e um grupo controle para caracterizar a relação entre o protocolo e os resultados. É importante salientar que os resultados positivos não excluem a progressão da doença e a necessidade de monitoramento e, talvez, avaliação da necessidade de dispositivos de CAA, apenas mostram que, nos casos apresentados, foi possível prolongar a funcionalidade da comunicação oral e a melhora na qualidade de vida.

Uma limitação importante dessa tese de doutorado foi a impossibilidade de aumentar o tamanho da amostra e de avaliar os participantes quanto à retenção devido à situação da pandemia da COVID-19.

REFERÊNCIAS

- ACEITUNO, C. et al. Calidad de vida en personas con disartria. **Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología**, v. 39, n. 1, p. 27–31, 2018.
- ACKERMANN, H.; HUGHES, T. A. T. Dysarthria and Dysphonia. In: **Neurological Disorders: Course and Treatment**. 2nd. ed. [s.l.] Elsevier, 2003. p. 245–248.
- AGUIAR, V. T. DE. **O verbal e o não verbal**. São Paulo: Editora UNESP, 2004.
- ALARIO, F. X. et al. **The role of the supplementary motor area in word production**. JOURNAL OF COGNITIVE NEUROSCIENCE. **Anais...MIT PRESS FIVE CAMBRIDGE CENTER**, CAMBRIDGE, MA 02142 USA, 2005
- ALBANO, E. C. **O gesto e suas bordas: Esboço de fonologia acústico-articulatória do Português Brasileiro**. 1ª ed. Campinas: Mercado de Letras, 2001.
- ALBANO, E. C. Uma introdução à dinâmica em fonologia, com foco nos trabalhos desta coletânea. **Revista da ABRALIN**, v. 11, n. 1, 30 jun. 2012.
- ALVES, A. C. S. et al. Análise das medidas eletroglotográficas da voz: padrões de normalidade para cantores por meio do programa CSL da Kay Pentax®. **CoDAS**, v. 32, n. 5, p. e2019022, 2020.
- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. **Dysarthria in Adults**. Disponível em: <<https://www.asha.org/Practice-Portal/Clinical-Topics/Dysarthria-in-Adults/>>. Acesso em: 25 mar. 2019.
- ARNOLD, C. et al. Pathomechanisms and compensatory efforts related to Parkinsonian speech. **NeuroImage: Clinical**, v. 4, p. 82–97, 2014.
- ATEN. **Spastic Dysarthria**, 1988.
- BACSFALVI, P.; BERNHARDT, B. M. Long-term outcomes of speech therapy for seven adolescents with visual feedback technologies: Ultrasound and electropalatography. **Clinical Linguistics & Phonetics**, v. 25, n. 11–12, p. 1034–1043, 22 nov. 2011.
- BAKEN, R. J. Electrolottography. **Journal of Voice**, v. 6, n. 2, p. 98–110, 1992.
- BAKEN, R. J.; ORLIKOFF, R. F. **Clinical measurement of speech and voice**. 2nd. ed. San Diego: Singular Thomson Learnin, 2000.
- BAKKER, M.; BEIJER, L.; RIETVELD, T. Considerations on Effective Feedback in Computerized Speech Training for Dysarthric Speakers. **Telemedicine and e-Health**, v. 25, n. 5, p. 351–358, 2019.
- BALLARD, K. J. et al. Amount of kinematic feedback affects learning of speech motor skills. **Motor Control**, v. 16, n. 1, p. 106–119, 2012.
- BALLARD, K. J.; GRANIER, J. P.; ROBIN, D. A. Understanding the nature of apraxia of speech: Theory, analysis, and treatment. **Aphasiology**, v. 14, n. 10, p. 969–995,

2000.

BARBERENA, L. DA S. et al. Ultrasound applicability in speech language pathology and audiology. **Codas**, v. 26, n. 6, p. 520–530, 2014.

BARBERENA, L. DA S. **Caracterização de Aspectos da Produção Articulatória do [r] tap por Análise Instrumental e Resultados de Intervenção**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

BARBERENA, L. DA S. et al. Electropalatography and its correlation to tongue movement ultrasonography in speech analysis. **CoDAS**, v. 29, n. 2, p. e20160106, 2017.

BARRETO, S. S.; ORTIZ, K. Z. Protocol for the Evaluation of Speech Intelligibility in Dysarthrias: Evidence of Reliability and Validity. **Folia Phoniátrica et Logopaédica**, v. 67, n. 4, p. 212–218, 16 jan. 2016.

BAUMANN, A. et al. Neural Correlates of Hypokinetic Dysarthria and Mechanisms of Effective Voice Treatment in Parkinson Disease. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 32, n. 12, p. 1055–1066, 2018.

BEBER, B. C.; CIELO, C. A. Características vocais acústicas de homens com voz e laringe normal. **Revista CEFAC**, v. 13, n. 2, p. 340–351, 2010a.

BEBER, B. C.; CIELO, C. A. Medidas acústicas de fonte glótica de vozes masculinas normais. **Pro-Fono**, v. 22, n. 3, p. 299–304, 2010b.

BEHLAU, M. Presbifonia: envelhecimento vocal inerente à idade. **Intervenção fonoaudiológica na terceira idade**, p. 3, 1999.

BEHLAU, M. et al. Avaliação de Voz. In: **Voz: O Livro do Especialista**. 1 (3) ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p. 85–246.

BEHLAU, M. Consensus auditory – perceptual evaluation of voice (CAPE-V), ASHA 2003. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**, v. 9, n. 3, p. 187–9, 2004.

BEHLAU, M. et al. Disfonias Neurológicas. In: **Voz: O Livro do Especialista. Volume II**. Rio de Janeiro: Revinter, 2005a. p. 111–162.

BEHLAU, M. et al. Disfonias Neurológicas. In: **Voz: O Livro do Especialista. Volume II**. Rio de Janeiro: Revinter, 2005b. p. 111–186.

BEHLAU, M. et al. Aperfeiçoamento Vocal e Tratamento Fonoaudiológico das Disfonias. In: **Voz: O Livro do Especialista. Volume II**. Rio de Janeiro: Revinter, 2005c. p. 409–565.

BEHRENS, S. J. The role of the right hemisphere in the production of linguistic stress. **Brain and Language**, v. 33, n. 1, p. 104–127, 1988.

BENQUEREL, A. P. et al. Velar coarticulation in french: A fiberscopic study. **Journal of Phonetics**, v. 5, p. 149–158, 1977.

BLOCH, S.; TUOMAINEN, J. Progressive dysarthria and augmentative and alternative communication in conversation: establishing the reliability of the Dysarthria-in-Interaction Profile. **International Journal of Language and Communication Disorders**, v. 52, n. 1, p. 3–9, 2017.

BOERSMA, P.; WEENINK, D. **Praat: doing phonetics by computer**, 2020. Disponível em: <<http://www.praat.org/>>

BOHLAND, J. W.; GUENTHER, F. H. An fMRI investigation of syllable sequence production. **NeuroImage**, v. 32, n. 2, p. 821–841, 2006.

BORREGO, M. C. DE M.; BEHLAU, M. Recursos de ênfase utilizados por indivíduos com e sem treinamento de voz e fala. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 17, n. 2, p. 216–224, 2012.

BROWMAN, C. P.; GOLDSTEIN, L. Towards an articulatory phonology. **Phonology Yearbook**, v. 3, p. 219–252, 1986.

BROWMAN, C. P.; GOLDSTEIN, L. Articulatory gestures as phonological units. **Phonology**, v. 6, n. 2, p. 201–251, 1989.

BROWMAN, C. P.; GOLDSTEIN, L. Gestural specification using dynamically-defined articulatory structures. **Journal of Phonetics**, v. 18, n. 3, p. 299–320, jul. 1990.

BROWMAN, C. P.; GOLDSTEIN, L. Articulatory phonology: An overview. **Phonetica**, v. 49, n. 3–4, p. 155–180, 1992.

BRYAN, K. L.; HALE, J. B. Differential effects of left and right cerebral vascular accidents on language competency. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 7, n. 6, p. 655–664, 2001.

BYEON, H. The Combined Effects of Lee Silverman Voice Treatment and Abdominal Respiration on the Maximum Phonation Time in Parkinson's Disease. **International Journal of Engineering & Technology**, n. 4.39, p. 86–89, 2018.

CAGLIARI, L. C.; MASSINI-CAGLIARI, G. O papel da tessitura dentro da prosódia portuguesa. In: **Razões e emoção: miscelânea de estudos em homenagem a Maria Helena Mira Mateus**. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 2001.

CALIGIURI, M. P. The use of visual feedback to enhance prosodic control in dysarthria. **Clinical dysarthria**, 1983.

CARILLO, L.; ORTIZ, K. Z. Análise vocal (auditiva e acústica) nas disartrias. **Pro-Fono**, v. 19, n. 4, p. 381–386, 2007.

CARRARA-DE ANGELIS, E. D. Avaliação dos componentes funcionais do mecanismo de produção fonoarticulatória. In: **Métodos de avaliação e diagnóstico de laringe e voz**. São Paulo: LOVISE, 2002. p. 223–239.

CHEN, C. J. Experimental Facts: Electroglottograph and Voice Data. In: CHEN, C. J. (Ed.). **Elements of Human Voice**. New Jersey: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2016. p. 69–77.

CHILDERS, D. G. et al. A model for vocal fold vibratory motion, contact area, and the electroglottogram. **J. Acoust. Soc. Am.**, v. 80, p. 1309–1320, 1986.

CIELO, C. A. et al. Síndrome de tensão musculoesquelética, musculatura laríngea extrínseca e postura corporal: considerações teóricas. **Revista CEFAC**, v. 16, n. 5, p. 1639–1649, 2014.

COHEN, J. et al. **Disorders of the Nervous System**. Disponível em: <dartmouth.edu/~dons/part_1/chapter_7.html>. Acesso em: 14 nov. 2019.

COLSHER, P. L.; COOPER, W. E.; GRAFF-RADFORD, N. Intonational variability in the speech of right-hemisphere damaged patients. **Brain and Language**, v. 32, n. 2, p. 379–383, 1987.

DA COSTA FRANCESCHINI, A.; MOURÃO, L. F. Dysarthria and dysphagia in Amyotrophic Lateral Sclerosis with spinal onset: A study of quality of life related to swallowing. **NeuroRehabilitation**, v. 36, n. 1, p. 127–134, 2015.

DARLEY, F. L.; ARONSON, A. E.; BROWN, J. O. E. R. Clusters of Deviant Speech Dimensions in the Dysarthrias. **Journal of Speech and Hearing Research**, p. 462–496, 1969a.

DARLEY, F. L.; ARONSON, A. E.; BROWN, J. R. Differential diagnostic patterns of dysarthria. **Journal of Speech and Hearing Research**, v. 12, n. 2, p. 246–269, 1969b.

DARLEY, F. L.; ARONSON, A. E.; BROWN, J. R. **Motor speech disorders**. 1st. ed. Philadelphia: Saunders, 1975.

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, 3 maio 2016.

DE SWART, B. J. M. et al. Myotonia and flaccid dysarthria in patients with adult onset myotonic dystrophy. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v. 75, n. 10, p. 1480–1482, 2004.

DEJONCKERE, P. H. et al. A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology**, v. 258, n. 2, p. 77–82, 28 fev. 2001.

DELONG, M. R. Primate models of movement disorders of basal ganglia origin. **Trends in Neurosciences**, v. 13, n. 7, p. 281–285, jul. 1990.

DI NINNO, C. Q. DE M. S. O contraste de nasalidade em falantes normais e com fissura palatina: aspectos da produção. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 13, n. 3, p. 305–305, 2008.

DIAS, A.; PESTANA, P. Perturbações motoras da fala. In: **Afasia e comunicação após lesão cerebral**. Lisboa: Papa-Letras, 2018. p. 349–407.

DIEHL, S. K. et al. Motor speech patterns in Huntington disease. **Neurology**, v. 93, n.

22, p. e2042–e2052, 2019.

DONABEDIAN, A. The seven pillars of quality. **Archives of pathology & laboratory medicine**, v. 114, n. 11, p. 1115–8, nov. 1990.

DRONKERS, N.; OGAR, J. Brain areas involved in speech production. **Brain**, v. 127, n. 7, p. 1461–1462, 2004.

DUEZ, D.; GHIO, A.; VIALLET, F. Effect of linguistic context on the perception of consonants in Parkinsonian Read French speech. **Clinical Linguistics and Phonetics**, v. 00, n. 00, p. 1–19, 2020.

DUFFY, J. R. **Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis, and Management**. 3rd. ed. Saint Louis: Mosby, 2012.

DUFFY, J. R. **Motor Speech Disorders E-Book: Substrates, Differential Diagnosis, and Management**. 4th. ed. St. Louis (MO): Elsevier Health Sciences, 2019.

DUFFY, J. R.; JOSEPHS, K. A. The diagnosis and understanding of apraxia of speech: Why including neurodegenerative etiologies may be important. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 55, n. 5, p. 1518–1523, 2012.

DUFFY, J. R.; KENT, R. D. Darley's contributions to the understanding, differential diagnosis, and scientific study of the dysarthrias. **Aphasiology**, v. 15, n. 3, p. 275–289, 2001.

DYKSTRA, A. D.; HAKEL, M. E.; ADAMS, S. G. Application of the ICF in Reduced Speech Intelligibility in Dysarthria. **Seminars in speech and language**, v. 28, n. 4, p. 301–311, 2007.

EMOS, M. C.; ROSNER, J. **Neuroanatomy, Upper Motor Nerve Signs**. Treasure Island: StatPearls [Internet], 2020.

ENDERBY, P. Frenchay Dysarthria Assessment. **International Journal of Language & Communication Disorders**, v. 15, n. 3, p. 165–173, jan. 1980.

ENDERBY, P. Disorders of communication. In: **Handbook of Clinical Neurology**. Amsterdam: Elsevier B.V., 2013. v. 110p. 273–281.

ENDERBY, P.; PALMER, R. **FDA-2: Frenchay Dysarthria Assessment**. 2nd. ed. Austin, TX: Pro-ed. Inc., 2008.

ETTEMA, S. L. et al. Magnetic resonance imaging of the levator veli palatini muscle during speech. **Cleft Palate-Craniofacial Journal**, v. 39, n. 2, p. 130–144, 2002.

FABRE, P. Une procédé électrique d'inscription de l'accolement glottique au course de la phonation: Glottographie de haute fréquence. **Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine**, v. 141, p. 66–69, 1957.

FABRON, E. M. G. et al. Medidas da dinâmica respiratória em idosos participantes de grupos de terceira idade. **Revista CEFAC**, v. 13, n. 5, p. 895–901, 2011.

FARIA, B. S. DE et al. Medidas eletroglotográficas em falantes do português brasileiro por meio do Método Multiparamétrico de Avaliação Vocal Objetiva Assistida (EVA). **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 78, n. 4, p. 29–34, ago. 2012.

FEDOSSE, E. Acompanhamento fonoaudiológico de um sujeito afásico não-fluente: foco na continuidade sensório-motora. **Distúrbios da Comunicação**, v. 19, n. 3, p. 403–414, 2007.

FELIZATTI, P. **Aspectos Fonético-Fonológicos da Disartria Pós-Traumática: um estudo de caso**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1988.

FERRI, L. Sistema nervioso periférico y alteraciones del habla. **Revista de Neurologia**, v. 58, n. 1, p. 99–105, 2014.

FINCH, E.; RUMBACH, A. F.; PARK, S. Speech pathology management of non-progressive dysarthria: a systematic review of the literature. **Disability and Rehabilitation**, v. 42, n. 3, p. 296–306, 2020.

FLOWERS, H. L. et al. The incidence, co-occurrence, and predictors of dysphagia, dysarthria, and aphasia after first-ever acute ischemic stroke. **Journal of Communication Disorders**, v. 46, n. 3, p. 238–248, 2013.

FONSECA, R. P. et al. Alterações cognitivas, comunicativas e emocionais após lesão hemisférica direita: Em busca de uma caracterização da síndrome do hemisfério direito. **Psicologia USP**, v. 17, n. 4, p. 241–262, 2006.

FRANCHI, C. Linguagem: Atividade Constitutiva. **Caderno de Estudos Linguísticos**, v. Jan/Jun, n. 22, p. 9–39, 1992.

FRANCHI, C. Linguagem - atividade constitutiva. **Reviste do Gel**, n. especial, p. 37–74, 2002.

FREED, D. B. **Motor Speech Disorders: Diagnosis & Treatment**. 3rd. ed. San Diego: Plural Publishing, 2018.

FRIEDMAN, I. B. et al. Using principles of motor learning to treat apraxia of speech after traumatic brain injury. **Journal of Medical Speech-Language Pathology**, v. 18, n. 1, p. 13–31, 2010.

FUKUSHIRO, A. P. **Análise perceptiva, nasométrica e aerodinâmica da fala de indivíduos submetidos à cirurgia de retalho faríngeo para a correção da insuficiência velofaríngea**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2007.

GALEK, K.; BICE, E. M.; ALLEN, K. A Novel Protocol Designed to Treat Spastic Dysarthria Secondary to Traumatic Brain Injury: A Case Study. **Perspectives of the ASHA Special Interest Groups**, v. 6, n. 3, p. 542–552, 25 jun. 2021.

GHIO, A. **EVA2™**Aix-en-ProvenceSQLab, , 2009. Disponível em: <<http://www2.lpl-aix.fr/~ghio/pedago-EggUK.htm>>

GHOSH, S. S.; TOURVILLE, J. A.; GUENTHER, F. H. Lateralization and Cerebellar of Phonemes and Syllables. **Journal of Speech, Language and Hearing Research**, v.

51, n. October, p. 1183–1202, 2008.

GOOZÉE, J. et al. Lingual kinematics and coordination in speech-disordered children exhibiting differentiated versus undifferentiated lingual gestures. **International Journal of Language and Communication Disorders**, v. 42, n. 6, p. 703–724, 2007.

GRAFTON, S. T. et al. Neural substrates of visuomotor learning based on improved feedback control and prediction. **NeuroImage**, v. 39, n. 3, p. 1383–1395, fev. 2008.

GREGIO, F. N. et al. O Uso da Eletroglotografia na Investigação do Vozeamento em Adultos sem Queixa de Fala. **Revista Intercâmbio**, v. 23, p. 88–105, 2011.

GUENTHER, F. H. A neural network model of speech acquisition and motor equivalent speech production. **Biological Cybernetics**, v. 72, n. 1, p. 43–53, 1994.

GUENTHER, F. H. Speech sound acquisition, coarticulation, and rate effects in a neural network model of speech production. **Psychological Review**, v. 102, n. 3, p. 594–621, 1995.

GUENTHER, F. H.; GHOSH, S. S.; TOURVILLE, J. A. Neural modeling and imaging of the cortical interactions underlying syllable production. **Brain and Language**, v. 96, n. 3, p. 280–301, 2006.

GUENTHER, F. H.; HAMPSON, M.; JOHNSON, D. A Theoretical Investigation of Reference Frames for the Planning of Speech Movements. **Psychological Review**, v. 105, n. 4, p. 611–633, 1998.

GUIMARÃES, I. **A Ciência e a Arte da Voz Humana**. Alcabideche: Escola Superior de Saúde do Alcoitão, 2007.

GUIMARÃES, I.; ABBERTON, E. Fundamental frequency in speakers of Portuguese for different voice samples. **Journal of Voice**, v. 19, n. 4, p. 592–606, 2005.

HACKI, T. Electroglottographic quasi-open quotient and amplitude in crescendo phonation. **Journal of Voice**, v. 10, n. 4, p. 342–347, 1996.

HAMPALA, V. et al. Relationship between the Electroglottographic Signal and Vocal Fold Contact Area. **Journal of Voice**, v. 30, n. 2, p. 161–171, 2016.

HARTELIUS, L. et al. Living with dysarthria: Evaluation of a self-report questionnaire. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, v. 60, n. 1, p. 11–19, 2008.

HARTELIUS, L.; MILLER, N. The ICF framework and its relevance to the assessment of people with motor speech disorders. In: LOWIT, A.; KENT, R. (Eds.). **Assessment of Motor Speech Disorders**. 1st. ed. San Diego, USA: Plural Publishing Inc, 2010. p. 1–20.

HARTELIUS, L.; RUNMARKER, B.; ANDERSEN, O. Prevalence and characteristics of dysarthria in a multiple-sclerosis incidence cohort: Relation to neurological data. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, v. 52, n. 4, p. 160–177, 2000.

HARTELIUS, L.; THEODOROS, D.; MURDOCH, B. Use of electropalatography in the

treatment of disordered articulation following traumatic brain injury: A case study. **Journal of Medical Speech-Language Pathology**, v. 13, n. 3, p. 189–204, 2005.

HAYDEN, D. A.; SQUARE, P. A. Motor Speech Treatment Hierarchy: a systems approach. **Clinics in communication disorders**, v. 4, n. 3, p. 162–174, 1994.

HERBST, C. T. Electrolottography – An Update. **Journal of Voice**, v. 34, n. 4, p. 503–526, 2020.

HERBST, C. T.; FITCH, W. T. S.; ŠVEC, J. G. Electrolottographic wavegrams: A technique for visualizing vocal fold dynamics noninvasively. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 128, n. 5, p. 3070–3078, 2010.

HERTRICH, I. Dysarthria. *The Handbook of Language and Speech Disorders*. 2021.

HICKOK, G. et al. Auditory-motor interaction revealed by fMRI: Speech, music, and working memory in area Spt. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 15, n. 5, p. 673–682, 2003.

HIGH, K. P. et al. Use of Functional Assessment to Define Therapeutic Goals and Treatment. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 67, n. 9, p. 1782–1790, 13 set. 2019.

HORNING, M. A. et al. Symptom progression in advanced Parkinson's disease: Dyadic perspectives. **Applied Nursing Research**, n. August, p. 151–193, 2019.

ILIOVITZ, E. R. **Pausa e Domínios Prosódicos na Disartria**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2005.

INDEFREY, P.; LEVELT, W. J. M. The spatial and temporal signatures of word production components. **Cognition**, v. 92, n. 1–2, p. 101–144, 2004.

ISHIKAMA, C. C. Efeitos da contração do músculo cricotireoideo na vibração cordal: estudo experimental com videolaringoscopia de alta velocidade. 2016.

JAEGER, M. et al. Dysphonia subsequent to severe traumatic brain injury: Comparative perceptual, acoustic and electrolottographic analyses. **Folia Phoniátrica et Logopaédica**, v. 53, n. 6, p. 326–337, 2001.

JANI, M. P.; GORE, G. B. Occurrence of communication and swallowing problems in neurological disorders: Analysis of forty patients. **NeuroRehabilitation**, v. 35, n. 4, p. 719–727, 2014.

JESUS, M.; REIS, C. Electropalatography of nasal phones produced by an adult with cleft lip and palate. **CEFAC**, v. 15, n. 3, p. 697–706, 2012.

JOANETTE, Y. et al. Quando os hemisférios direito e esquerdo colaboram: A dinâmica inter-hemisférica subjacente à linguagem e suas implicações para a prática clínica e para o envelhecimento bem-sucedido. In: MACEDO, E. C. DE et al. (Eds.). **Avanços em Neuropsicologia: das pesquisas à aplicação clínica**. 1ª ed. São Paulo: Santos, 2007. p. 17–32.

JOHANSEN-BERG, H. et al. Correlation between motor improvements and altered fMRI activity after rehabilitative therapy. **Brain**, v. 125, n. 12, p. 2731–2742, 2002.

KAYPENTAX INC. **Nasometer II: Model 6450**. Disponível em: <<http://kaypentax.com/index.php/wap/nasometry/281.html>>.

KAYPENTAX INC. **Computerized Speech Lab (CSL) [Computer Program]** Lincoln Park, NJ Kay Elemetrics Corp., , 2017b. Disponível em: <<http://kaypentax.com/index.php/wap/acoustic/241.html>>

KAYPENTAX INC. **Installation, operations and maintenance manual: Nasometer II, Model 6450**. Lincoln Park, NJ: KayPENTAX Inc, 2010.

KEARNEY, E.; GUENTHER, F. H. Articulating: the neural mechanisms of speech production. **Language, Cognition and Neuroscience**, v. 34, n. 9, p. 1214–1229, 2019.

KENT, R. D. et al. Toward Phonetic Intelligibility Testing in Dysarthria. **Journal of Speech and Hearing Disorders**, v. 54, n. 4, p. 482–499, nov. 1989.

KENT, R. D. Hearing and Believing: Some Limits to the Auditory-Perceptual Assessment of Speech and Voice Disorders. **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 5, n. 3, p. 7–23, 1996.

KENT, R. D. Gestural Phonology: Basic Concepts and Applications in Speech-Language Pathology,. In: BALL, M. J.; KENT, R. D. (Eds.). . **The New Phonologies. Development in Clinical Linguistics**. San Diego: Singular Publishing Group Inc., 1997. p. 247–268.

KENT, R. D. et al. Acoustic studies of dysarthric speech: Methods, progress, and potential. **Journal of Communication Disorders**, v. 32, n. 3, p. 141–186, 1999.

KENT, R. D. Research on speech motor control and its disorders. **Journal of Communication Disorders**, v. 33, n. 5, p. 391–428, 2000.

KENT, R. D. et al. Voice dysfunction in dysarthria: Application of the Multi-Dimensional Voice Program. **Journal of Communication Disorders**, v. 36, p. 281–306, 2003.

KENT, R. D.; KENT, J. F. Task-based profiles of the dysarthrias. **Folia Phoniatria et Logopaedica**, v. 52, n. 1–3, p. 48–53, 2000.

KNOCK, T. R. et al. Influence of order of stimulus presentation on speech motor learning: A principled approach to treatment for apraxia of speech. **Aphasiology**, v. 14, n. 5–6, p. 653–668, 2000.

KOISHI, H. U. et al. Variação da intensidade vocal: Estudo da vibração das pregas vocais em seres humanos com videoquimografia. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 69, n. 4, p. 464–470, 2003.

KÖSTER, O. et al. Qualitative and quantitative analysis of voice onset by means of a multidimensional voice analysis system (MVAS) using high-speed imaging. **Journal of Voice**, v. 13, n. 3, p. 355–374, set. 1999.

KRÖGER, B. J.; BIRKHOLZ, P.; NEUSCHAEFER-RUBE, C. Towards an Articulation-Based Developmental Robotics Approach for Word Processing in Face-to-Face Communication. **Paladyn, Journal of Behavioral Robotics**, v. 2, n. 2, p. 1–12, 2011.

KUENZEL, H. A photo-electric investigation of velar height during vowel articulation: First application of the velograph. **Arbeitsberichte**, v. 8, p. 111–131, 1977.

KUMAR, S. et al. Management of flaccid dysarthria in a case of attempted suicide by hanging. **Eastern Journal of Medicine**, v. 16, n. 1, p. 66–71, 2011.

KUMMER, A. W.; LEE, L. Evaluation and treatment of resonance disorders. **Language, Speech, and Hearing Services in Schools**, v. 27, n. 3, p. 271–281, 1996.

KUMRAL, E. et al. Dysarthria due to Supratentorial and Infratentorial Ischemic Stroke: A Diffusion-Weighted Imaging Study. **Cerebrovascular Diseases**, v. 23, n. 5–6, p. 331–338, 2007.

LECHIEN, J. R. et al. Phonetic Approaches of Laryngopharyngeal Reflux Disease: A Prospective Study. **Journal of Voice**, v. 31, n. 1, p. 119.e11-119.e20, jan. 2017.

LEHTO, L. et al. Experiences of a short vocal training course for call-centre customer service advisors. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, v. 55, n. 4, p. 163–176, 2003.

LEVELT, W. J. M.; ROELOFS, A.; MEYER, A. S. A theory of lexical access in speech production. **Behavioral and Brain Sciences**, v. 22, n. 1, p. 1–75, 1999.

LIGHT, J. et al. Challenges and opportunities in augmentative and alternative communication: Research and technology development to enhance communication and participation for individuals with complex communication needs. **AAC: Augmentative and Alternative Communication**, v. 35, n. 1, p. 1–12, 2019.

LIMA, A. M. **Perfil espectrográfico e nasométrico da vogal [a] e sua contraparte [ã] em diferentes condições de abertura velofaríngea**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006.

LIMA, J. P. DE M. **Modificações vocais e laríngeas imediatas em mulheres após a técnica de fonação em tubo de vidro imerso em água**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2013.

LIOTTI, M. et al. Hypophonia in Parkinson disease: Neural correlates of voice treatment with LSVT revealed by PET. **7th International Conference on Spoken Language Processing, ICSLP 2002**, n. June 1999, p. 2477–2480, 2002.

LOPES, L. W. et al. Acurácia das medidas acústicas tradicionais e formânticas na avaliação da qualidade vocal. **CoDAS**, v. 30, n. 5, p. 20170282, 22 out. 2018.

LOPES, L. W.; LIMA, I. L. B. Prosódia e transtornos da linguagem: levantamento das publicações em periódicos indexados entre 1979 e 2009. **Revista CEFAC**, v. 16, n. 2, p. 651–659, 2014.

LOZANO, M. D. **O Efeito do Controle Respiratório em Variáveis Eletrofisiológicas da Atenção**. São Bernardo do Campo: Universidade Metodista de São Paulo, 2016.

MAAS, E. et al. Principles of motor learning in treatment of motor speech disorders. **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 17, n. 3, p. 277–298, 2008.

MAAS, E.; MAILEND, M.-L.; GUENTHER, F. H. Feedforward and Feedback Control in Apraxia of Speech: Effects of Noise Masking on Vowel Production. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 58, n. 2, p. 185–200, abr. 2015.

MAC-KAY, A. P. M. G. Linguagem e Gerontologia. In: FERREIRA, L. P.; BEFI-LOPES, D. M.; LIMONGI, S. C. O. (Eds.). . **Tratado de Fonoaudiologia**. São Paulo: Roca Ltda., 2004. p. 903–910.

MACKENZIE, C.; LOWIT, A. Behavioural intervention effects in dysarthria following stroke: Communication effectiveness, intelligibility and dysarthria impact. **International Journal of Language and Communication Disorders**, v. 42, n. 2, p. 131–153, 2007.

MALDONADE, I. R. Erros No Processo De Aquisição Da Linguagem E a (in)Flexibilidade Pragmática: Uma Reflexão Interacionista. **Linguística**, v. 35, n. 2, p. 306–318, 2019.

MARCHAL, A.; REIS, C. **Produção da Fala**. 1ª ed. Belo Horizonte: UFMG, 2012.

MARTINI, F. H.; NATH, J. L.; BARTHOLOMEW, E. F. **Fundamentals of Anatomy & Physiology**. 11th. ed. London: Pearson, 2017.

MELLE, N. **Guía de intervención logopédica em la disartria**. 1st. ed. Madrid: Síntesis, 2007.

MELO, T. P. et al. Pure motor stroke: A reappraisal. **Neurology**, v. 42, n. 4, p. 789–789, 1 abr. 1992.

MITCHELL, C. et al. Interventions for dysarthria due to stroke and other adult-acquired, non-progressive brain injury. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 1, 25 jan. 2017.

MITCHELL, C. et al. ReaDySpeech for people with dysarthria after stroke: protocol for a feasibility randomised controlled trial. **Pilot and Feasibility Studies**, v. 4, n. 1, p. 25, 20 dez. 2018.

MITUUTI, C. T. et al. Caracterização da fala de indivíduos submetidos à palatoplastia primária. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 15, n. 3, p. 355–361, 2010.

MOEN, I.; SUNDET, K. Production and perception of word tones (pitch accents) in patients with left and right hemisphere damage. **Brain and Language**, v. 53, n. 2, p. 267–281, 1996.

MORATO, E. M.; FREITAS, M. S. Algumas questões sobre prosódia no contexto neurolingüístico. **Caderno de Estudos Linguísticos**, v. 25, p. 161–173, 1993.

MORSOMME, D. et al. Presbyphonia: Voice differences between the sexes in the elderly. Comparison by Maximum Phonation Time, Phonation Quotient and Spectral

Analysis. **Logopedics Phoniatrics Vocology**, v. 22, n. 1, p. 9–14, 1997.

MOURÃO, A. M.; BASSI, I. B.; GAMA, A. C. C. Avaliação eletroglotográfica de mulheres disfônicas com lesão de massa. **Revista CEFAC**, v. 13, n. 6, p. 1073–1080, 2011.

MUCENECKI, T. et al. Avaliação da Prosódia Emocional em Adultos com Lesão de Hemisfério Direito. **Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia**, v. 4, n. 2, p. 242–252, 2011.

MUKHERJEE, A.; CHAKRAVARTY, A. Spasticity mechanisms - for the clinician. **Frontiers in Neurology**, v. MAR, n. December, p. 1–10, 2010.

MÜLLER, J. et al. Progression of dysarthria and dysphagia in postmortem-confirmed parkinsonian disorders. **Archives of Neurology**, v. 58, n. 2, p. 259–264, 2001.

MURDOCH, B. E. **Disartria: Uma Abordagem Fisiológica para Avaliação e Tratamento**. 1ª ed. São Paulo: Lovise, 2005.

MURDOCH, B. E. Physiological investigation of dysarthria: Recent advances. **International Journal of Speech-Language Pathology**, v. 13, n. 1, p. 28–35, 15 fev. 2011.

MURDOCH, B. E. **Desenvolvimento da Fala e Distúrbios da Linguagem**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2012.

MURDOCH, B. E.; KURUVILLA, M. S.; GOOZÉE, J. V. Effect of speech rate manipulations on articulatory dynamics in severe traumatic brain injury: An EMA and EPG study. **Brain Injury**, v. 26, n. 3, p. 241–260, 28 mar. 2012.

MURDOCH, B. E.; THOMPSON, E. C.; STOKES, P. D. Phonatory and laryngeal dysfunction following upper motor neuron vascular lesions. **Journal of Medical SpeechLanguage Pathology**, v. 2, p. 177–189, 1994.

NETSELL, R. Neurobiologic view of the dysarthrias. n. February, 1986.

NETSELL, R.; DANIEL, B. Dysarthria in adults: Physiologic approach to rehabilitation. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 60, n. 11, p. 502–508, 1979.

NETSELL, R.; ROSENBEK, J. C. Treating the dysarthrias. Speech and language evaluation in neurology: Adult disorders. **New York: Grune & Stratton**, 1985.

NEUMANN, K. et al. Cortical plasticity associated with stuttering therapy. **Journal of Fluency Disorders**, v. 30, n. 1, p. 23–39, 2005.

NORDBERG, A.; CARLSSON, G.; LOHMANDER, A. Electropalatography in the description and treatment of speech disorders in five children with cerebral palsy. **Clinical Linguistics & Phonetics**, v. 25, n. 10, p. 831–852, 18 out. 2011.

NOVOTNÝ, M. et al. Hypernasality associated with basal ganglia dysfunction: Evidence from Parkinson's disease and Huntington's disease. **PeerJ**, v. 2016, n. 9, p. 1–19, 2016.

NUDO, R. J.; WISE, B. M.; SIFUENTES, F. Neural Substrates for the Effects of Rehabilitative Training on Motor Recovery After Ischemic Infarct. **Science**, v. 272, n. 22, p. 1791–1794, 1996.

OLIVEIRA, C. R.; ORTIZ, K. Z.; VIEIRA, M. M. Disartria: estudo da velocidade de fala. **Pró-fono: revista de atualização científica**, v. 16, n. 1, p. 39–48, 2004.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **World Report on Disability**. [s.l.] World Health Organization & World Bank, 2011.

ORLIKOFF, R. F. Vocal stability and vocal tract configuration: An acoustic and electroglottographic investigation. **Journal of Voice**, v. 9, n. 2, p. 173–181, 1995.

ORTIZ, K. Z. **Distúrbios neurológicos adquiridos: fala e deglutição**. 2ª ed. Barueri: Editora Manole, 2006.

PACHECO, V. **O efeito dos estímulos auditivo e visual na percepção dos marcadores prosódicos lexicais e gráficos usados na escrita do português brasileiro**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2006.

PADOVANI, M.; GIELOW, I.; BEHLAU, M. Phonarticulatory diadochokinesis in young and elderly individuals. v. 67, n. December 2008, p. 58–61, 2009.

PADOVANI, M. M. P. **Medidas perceptivo-auditivas e acústicas de voz e fala e autoavaliação da comunicação das disartrias**. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2011.

PALMER, R.; ENDERBY, P. Methods of speech therapy treatment for stable dysarthria: A review. **Advances in Speech Language Pathology**, v. 9, n. 2, p. 140–153, 3 jan. 2007.

PECCEI, J. S. **A Beginner's Guide to Phonetics**. Disponível em: <languagebasecamp.com/linguistics-for-language-learners-what-is-the-ipa/>.

PEGORARO-KROOK, M. I. et al. Correlação entre nasalância e nasalidade em crianças com hipernasalidade. **Revista CEFAC**, v. 16, n. 6, p. 1936–1944, dez. 2014.

PEREIRA, C. U.; DUARTE, G. C.; SILVA SANTOS, E. A. Avaliação epidemiológica do traumatismo craneioencefálico no interior do Estado de Sergipe. **Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia: Brazilian Neurosurgery**, v. 25, n. 01, p. 08–16, 2006.

PIERCE, J. E.; COTTON, S.; PERRY, A. Alternating and sequential motion rates in older adults. p. 257–264, 2013.

POLZIN, A. C. Z. **Material didático para capacitação de fonoaudiólogos no tratamento das alterações de fala na disfunção velofaríngea**. Bauru: Universidade de São Paulo, 4 out. 2017.

PONZONI, S.; GARCIA-CAIRASCO, N. Neurobiologia do parkinsonismo: I. substratos neurais e neuroquímica dos gânglios basais. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 53, n. 3b, p. 706–710, set. 1995.

PORTALETE, C. R. **Caracterização dos níveis de produção da fala por análise instrumental em adultos falantes do português brasileiro**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2017.

PORTALETE, C. R. et al. Tratamento motor da fala na disartria flácida: um estudo de caso. **Audiology - Communication Research**, v. 24, p. e2118–e2118, 2019.

PORTALETE, C. R. et al. Acoustic and Physiological Voice Assessment And Maximum Phonation Time In Patients With Different Types Of Dysarthria. **Journal of Voice**, 2021.

PORTALETE, C. R.; FERNANDES, E. G.; PAGLIARIN, K. C. Preparation of a protocol for instrumental assessment of speech (PRAIN) based on psychometric and linguistic criteria. **Codas**, v. 30, n. 1, p. 1–8, 2018.

POSTUMA, R. B. et al. How does parkinsonism start? Prodromal parkinsonism motor changes in idiopathic REM sleep behaviour disorder. **Brain**, v. 135, n. 6, p. 1860–1870, 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. Decreto Executivo nº 20, de 05 de março de 2013. Regulamenta o acesso ao fornecimento de passagens para pessoas em tratamento continuado de saúde e a gratuidade para as pessoas portadoras de deficiências e dá outras providências. **Legislação Municipal**, n. Poder Executivo, Santa Maria, RS, 2013.

PRESTON, J. L. et al. Variable practice to enhance speech learning in ultrasound biofeedback treatment for childhood apraxia of speech: A single case experimental study. **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 26, n. 3, p. 840–852, 2017.

PRITCHARD, C.; ROSENORN-LANNG, E. Neurological deaths of American adults (55-74) and the over 75's by sex compared with 20 Western countries 1989-2010: Cause for concern. **Surgical Neurology International**, v. 6, n. 1, 2015.

PUHL, A. et al. **Autoavaliação da disartria em pacientes com doença de Parkinson**. In: 17º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e 1º Congresso Ibero-Americano de Fonoaudiologia. **Anais...** Salvador: 2009

RAMIG, L. A. et al. Acoustic analysis of voices of patients with neurologic disease: Rationale and preliminary data. **Annals of Otology, Rhinology & Laryngology**, v. 97, n. 2, p. 164–172, 1988.

RIBEIRO, A. F.; ORTIZ, K. Z. Perfil populacional de pacientes com disartria atendidos em hospital terciário. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 14, n. 4, p. 446–453, 2009.

RICH, E. et al. **Coordinating Care for Adults With Complex Care Needs in the Patient-Centered Medical Home: Challenges and Solutions**. Princeton, NJ: [s.n.].

RODERO, E. Intonation and emotion: Influence of pitch levels and contour type on creating emotions. **Journal of Voice**, v. 25, n. 1, p. e25–e34, 2011.

ROSENBEK, J. C.; LAPOINTE, L. L. A Physiological Approach to the Dysarthrias. **Journal of Speech and Hearing Disorders**, v. 47, n. 3, p. 334–334, ago. 1982.

ROUSE, M. H. **Neuroanatomy for Speech-Language Pathology and Audiology**. 2nd. ed. Burlington: Jones & Bartlett Learning, 2020.

RUMBACH, A. F.; FINCH, E.; STEVENSON, G. What are the usual assessment practices in adult non-progressive dysarthria rehabilitation? A survey of Australian dysarthria practice patterns. **Journal of Communication Disorders**, v. 79, n. February, p. 46–57, 2019.

RYMARCZYK, K.; GRABOWSKA, A. Sex differences in brain control of prosody. **Neuropsychologia**, v. 45, n. 5, p. 921–930, 2007.

SAFAZ, I. et al. Determinants of disease-specific health-related quality of life in Turkish stroke survivors. **International Journal of Rehabilitation Research**, v. 39, n. 2, p. 130–133, 2016.

SAGGIO, G.; COSTANTINI, G. Worldwide Healthy Adult Voice Baseline Parameters: A Comprehensive Review. **Journal of Voice**, out. 2020.

SAHIN, N. T. et al. Sequential processing of lexical, grammatical, and phonological information within broca's area. **Science**, v. 326, n. 5951, p. 445–449, 2009.

SAMPAIO-TEIXEIRA, A. C. M. et al. Normative nasalance scores in the production of words and syllables for Brazilian Portuguese speakers. **Clinical Linguistics & Phonetics**, v. 33, n. 12, p. 1139–1148, 2 dez. 2019.

SAXON, M. et al. Robust Estimation of Hypernasality in Dysarthria. p. 1–10, 2019.

SCARPA, E. M. AQUISIÇÃO, AFASIA E A HIERARQUIA PROSÓDICA. **Caderno de Estudos Linguísticos**, v. 40, p. 61–76, 2001.

SCHALLING, E. et al. Effects of tactile biofeedback by a portable voice accumulator on voice sound level in speakers with Parkinson's disease. **Journal of Voice**, v. 27, n. 6, p. 729–737, 2013.

SCHALLING, E.; JOHANSSON, K.; HARTELIUS, L. Speech and Communication Changes Reported by People with Parkinson's Disease. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, v. 69, n. 3, p. 131–141, 2018.

SCHERER, R. C.; VAIL, V.; ROCKWELL, B. **Examination of the laryngeal Adduction Measure EGGW** (I. Titze, Ed.) **NCVS status and Progress Report**. Iowa: [s.n.].

SCHMIDT, R. A. et al. **Motor control and learning: A behavioral emphasis**. 4th. ed. [s.l.] Human kinetics, 2005.

SCHWARZ, K. **Modificações laríngeas e vocais produzidas pelo som vibrante lingual**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

SCIAMARELLA, D.; D'ALESSANDRO, C. On the Acoustic Sensitivity of a Symmetrical

TwoMass Model of the Vocal Folds to the Variation of Control Parameters. **Acta Acustica united with Acustica**, v. 90, p. 746–761, 2004.

SEDDOH, S. A. How discrete or independent are “affective prosody” and “linguistic prosody”? **Aphasiology**, v. 16, n. 7, p. 683–692, 2002.

SEHGAL, S. **Dysarthric speech analysis and automatic recognition using phase based representations**. [s.l.] The University of Sheffield, 2018.

SHAO, J. et al. Acoustic analysis of the tremulous voice: Assessing the utility of the correlation dimension and perturbation parameters. **Journal of Communication Disorders**, v. 43, n. 1, p. 35–44, 2010.

SILVA, A. H. P. **As fronteiras entre Fonética e Fonologia e a alofonia dos róticos iniciais em PB: dados de dois informantes do sul do país**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002.

SILVA, L. R. DA. **O processo de reconstrução da identidade enunciativa do sujeito afásico no âmbito clínico público**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2017.

SILVEIRA, A. **Estigma e preconceito contra pessoas com deficiência: a mídia e a comunicação organizacional enquanto permeadora dos processos sociais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

SILVERTHORN, D. U. Mecânica da respiração. In: SILVERTHORN, D. U. (Ed.). **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. 7ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 930.

SIMONYAN, K.; HORWITZ, B. Laryngeal Motor Cortex and Control of Speech in Humans. **The Neuroscientist**, v. 17, n. 2, p. 197–208, 28 abr. 2011.

SMITH, R. A.; APPLGATE, A. Mental health stigma and communication and their intersections with education. **Communication Education**, v. 67, n. 3, p. 382–393, 2018.

SOLOMON, N. P. et al. Speech-breathing treatment and LSVT for a patient with hypokinetic-spastic dysarthria after TBI. **Journal of Medical Speech-Language Pathology**, v. 12, n. 4, p. 213–219, 2004.

SOLOMON, N. P.; CHARRON, S. Speech Breathing in Able-Bodied Children and Children With Cerebral Palsy: A Review of the Literature and Implications for Clinical Intervention. v. 7, p. 61–78, 1998.

SOUSA, R.; FERREIRA, A. **Importance of the relative delay of glottal**. AES 39th INTERNATIONAL CONFERENCE. **Anais...**Hillerød: 2010

SOUZA, A. S. No Title. 2019.

SPENCER, K. A.; YORKSTON, K. M.; DUFFY, J. R. Behavioral management of respiratory/phonatory dysfunction from dysarthria: A flowchart for guidance in clinical decision making. **Journal of Medical Speech-Language Pathology**, v. 11, n. 2, p.

23, 2003.

SPITZ, C. **Para Não Calar a Voz dos Nossos Professores: um estudo das desordens vocais apresentadas pelos professores da rede pública municipal do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, 2009.

STEINER, W. A. et al. Use of the ICF Model as a Clinical Problem-Solving Tool in Physical Therapy and Rehabilitation Medicine. **Physical Therapy**, v. 82, n. 11, p. 1098–1107, 2002.

SUGDEN, E. et al. Systematic review of ultrasound visual biofeedback in intervention for speech sound disorders. **International Journal of Language & Communication Disorders**, v. 54, n. 5, p. 705–728, 10 set. 2019.

SZKIEŁKOWSKA, A. et al. Electroglottography in the diagnosis of functional dysphonia. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology**, v. 275, n. 10, p. 2523–2528, 2018.

TAN, C. T. et al. Retrogaming as Visual Feedback for Speech Therapy. 2014.

TANAKA, S. et al. Nasometric Scores in spinal and bulbar muscular atrophy - Effects of palatal lift prosthesis on dysarthria and dysphagia. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 407, n. October, p. 116503, dez. 2019.

TERBAND, H.; RODD, J.; MAAS, E. Testing hypotheses about the underlying deficit of apraxia of speech through computational neural modelling with the DIVA model. **International Journal of Speech-Language Pathology**, v. 0, n. 0, p. 1–12, 2019.

THEODOROS, D.; THOMPSON-WARD, E. C. Tratamento da Disartria. In: **Disartria: Uma Abordagem Fisiológica para Avaliação e Tratamento**. Queensland: Lovise, 2005. p. 153–200.

THOMAS, K.; DAS, J. M. **Neuroanatomy, Cranial Nerve 9 (Glossopharyngeal)**. Treasure Island: StatPearls [Internet], 2019.

THOMPSON, E. C.; MURDOCH, B. E. Interpreting the physiological bases of dysarthria from perceptual analyses: an examination of subjects with UMN type dysarthria. **Australian Journal of Human Communication Disorders**, v. 23, p. 1–23, 1995.

TIMMERS, I. et al. Language production and working memory in classic galactosemia from a cognitive neuroscience perspective: Future research directions. **Journal of Inherited Metabolic Disease**, v. 34, n. 2, p. 367–376, 2011.

TITZE, I. R. Parameterization of the glottal area, glottal flow, and vocal fold contact area. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 75, n. 2, p. 570–580, fev. 1984.

TITZE, I. R. Interpretation of the electroglottographic signal. **Journal of Voice**, v. 4, n. 1, p. 1–9, 1990.

TOURVILLE, J. A.; GUENTHER, F. H. The DIVA model: A neural theory of speech acquisition and production. **Language and Cognitive Processes**, v. 26, n. 7, p. 952–981, ago. 2011.

TOURVILLE, J. A.; REILLY, K. J.; GUENTHER, F. H. Neural mechanisms underlying auditory feedback control of speech. **NeuroImage**, v. 39, n. 3, p. 1429–1443, 2008.

TRINDADE, I. E. K. et al. Proposta de classificação da função velofaríngea na avaliação perceptivo-auditiva da fala. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 17, n. 2, p. 259–262, ago. 2005.

TRINDADE, I. E. K.; GENARO, K. F.; DALSTON, R. M. Nasalance scores of normal brazilian portuguese speakers. **The Brazilian Journal of Dysmorphology and Speech-Hearing Disorders**, v. 1, n. 1, p. 23–34, 1997.

TYKALOVÁ, T. **Evaluation of motor speech disorders by acoustic analysis: differential diagnosis and monitoring of medical intervention**. Prague: Czech Technical University in Prague, 2016.

URBAN, P. O. et al. Left- hemispheric dominance for articulation: a prospective study on acute ischaemic dysarthria at different localizations. *Brain*, , **Brain**, v. 129, p. 767–777, 2006.

URBAN, P. P. et al. Cerebellar Speech Representation. **Archives of Neurology**, v. 60, n. 7, p. 965, 2003.

USSH PHONETIC LAB©. **Các Thiết Bị: “Dispositivos para análise de fala e voz”**. Disponível em: <http://vns.edu.vn/v1/phoneticslab/index.php?option=com_content&view=article&id=146&Itemid=248&lang=en>.

VAN DER MERWE, A. A speech motor learning approach to treating apraxia of speech: Rationale and effects of intervention with an adult with acquired apraxia of speech. **Aphasiology**, v. 25, n. 10, p. 1174–1206, out. 2011.

VELASCO GARCÍA, M. J. et al. Acoustic analysis of voice in Huntington’s disease patients. **Journal of Voice**, v. 25, n. 2, p. 208–217, 2011.

VELAYOS, J. L.; SANTANA, H. D. **Anatomia da cabeça e pescoço: enfoque estomatológico**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

VIDOVIĆ, M. et al. Incidence and types of speech disorders in stroke patients. **Acta Clinica Croatica**, v. 50, n. 4, p. 491–493, 2011.

VIEIRA, M. N. et al. Detecting arytenoid cartilage misplacement through acoustic and electroglottographic jitter analysis. **International Conference on Spoken Language Processing, ICSLP, Proceedings**, v. 2, p. 741–744, 1996.

VIEIRA, M. N.; MCINNES, F. R.; JACK, M. A. Comparative Assessment of Electroglottographic and Acoustic Measures of Jitter in Pathological Voices. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 40, n. 1, p. 170–182, fev. 1997.

VOGEL, A. P. Multi-dimensional voice program (MDVP) of KayPENTAX computerized speech laboratory (CSL). In: MA, E.; YIU, E. (Eds.). . **Handbook of Voice Assessments**. 1st. ed. San Diego: Plural Publishing, 2011.

VOGEL, A. P. et al. Speech treatment improves dysarthria in multisystemic ataxia: a rater-blinded, controlled pilot-study in ARSACS. **Journal of Neurology**, v. 266, n. 5, p. 1260–1266, 2019.

VOSS, M. et al. Sensorimotor attenuation by central motor command signals in the absence of movement. **Nature Neuroscience**, v. 9, n. 1, p. 26–27, 2006.

WALLON, H. **As origens do pensamento na criança**. 1ª ed. São Paulo: Manole, 1986.

WALSHE, M.; PEACH, R. K.; MILLER, N. Dysarthria Impact Profile: development of a scale to measure psychosocial effects. **International Journal of Language and Communication Disorders**, v. 44, n. 5, p. 693–715, 2009.

WAMBAUGH, J. L. et al. Treatment guidelines for acquired apraxia of speech: A synthesis and evaluation of the evidence. **Journal of Medical Speech-Language Pathology**, v. 14, n. 2, 2006.

WANG, Y. T. et al. Dysarthria in traumatic brain injury: A breath group and intonational analysis. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, v. 57, n. 2, p. 59–89, 2005a.

WANG, Y. T. et al. Dysarthria associated with traumatic brain injury: Speaking rate and emphatic stress. **Journal of Communication Disorders**, v. 38, n. 3, p. 231–260, 2005b.

WANG, Y. T. et al. Acoustic analysis of voice in dysarthria following stroke. **Clinical Linguistics and Phonetics**, v. 23, n. 5, p. 335–347, 2009.

WHEELDON, L.; LEVELT, W. J. . Do speakers syllabary ? **Cognition**, v. 50, p. 239–269, 1994.

WIETHAN, F. et al. O uso da eletroglotografia, eletromiografia, espectrografia e ultrassom nos estudos de fala - revisão teórica. **Revista CEFAC**, v. 17, n. 1, p. 115–125, mar. 2015.

WOO, S. T. et al. Influence of the nasometric instrument structure on nasalance score. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 9, n. 15, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **International Classification of Functioning, Disability and Health**GenebraWHO, , 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **How to use the ICF: A Practical Manual for using the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)**. Genebra: WHO, 2013. v. 1

YAMASAKI, R. et al. **Análise perceptivo-auditiva de vozes normais e alteradas: escala analógica visual**. XV congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e VII congresso Internacional de fonoaudiologia. **Anais...2007**

YANO, J. et al. Effect of visual biofeedback of posterior tongue movement on articulation rehabilitation in dysarthria patients. **J Oral Rehabil**, v. 42, p. 571–579, 2015.

YORKSTON, K. M. et al. **Management of motor speech disorders in children and adults**. Austin, TX: Pro-ed. Inc., 1999.

YORKSTON, K. M.; BEUKELMAN, D. R. **Assessment of Intelligibility of Dysarthric Speech**. Austin, TX: Pro-ed. Inc., 1981.

YORKSTON, K. M.; BEUKELMAN, D. R.; TICE, R. **Sentence Intelligibility Test**. Lincoln, NE: Tice Technologies, 1996.

ZHARKOVA, N. Using Ultrasound to Quantify Tongue Shape and Movement Characteristics. **The Cleft Palate-Craniofacial Journal**, v. 50, n. 1, p. 76–81, jan. 2013.

ZIEGLER, W. Speech motor control is task-specific: Evidence from dysarthria and apraxia of speech. **Aphasiology**, v. 17, n. 1, p. 3–36, 2003.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Universidade Federal de Santa Maria
Departamento de Fonoaudiologia
Centro de Ciências da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana
Projeto de Pesquisa

Título do estudo: CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DA FALA DE CRIANÇAS, ADOLESCENTES E ADULTOS COM E SEM DISTÚRBIOS DOS SONS DA FALA

Pesquisadora responsável: Prof.^a Dr.^a Márcia Keske-Soares

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

Telefone para contato: 55 - 32208541

Local da coleta de dados: Serviço de Atendimento Fonoaudiológico da UFSM e Laboratório de Fala (LabFala) - UFSM

Eu, Prof.^a Dr.^a Márcia Keske-Soares, coordenadora do projeto, responsável pelo estudo intitulado como **“Caracterização da produção da fala de crianças, adolescentes e adultos com e sem distúrbios dos sons da fala”**, a ser conduzido pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Fala, convido você a participar como voluntário(a) deste estudo.

Esta pesquisa pretende caracterizar a produção da fala de crianças, adolescentes e adultos com e sem distúrbios dos sons da fala. Será fundamental a avaliação da produção da fala na definição dos padrões típicos e atípicos de fala.

Serão realizadas avaliações fonoaudiológicas, a fim de verificar aspectos de linguagem/fala, motricidade orofacial, voz e audição, bem como avaliações fonoaudiológicas instrumentais (com equipamentos), que incluem nasometria (avalia a nasalidade da fala), ultrassonografia (avalia o movimento que a língua realiza durante a fala), eletroglotografia (avalia a vibração das pregas vocais durante a fala), eletropalatografia (avalia como e quanto a língua encosta no palato duro durante a fala), dentre outras avaliações existentes no Sistema do Laboratório Computadorizado de Fala. A sua participação será como sujeito desta pesquisa, sendo submetido às avaliações descritas acima.

As avaliações serão realizadas no Laboratório de Fala (LabFala) do Serviço de Atendimento Fonoaudiológico (SAF), clínica escola do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Maria, localizado na Rua Floriano Peixoto, nº 1750, Santa Maria/RS.

A avaliação é extensa, por isso você pode cansar de realizar os procedimentos. É possível também que, no momento da realização das avaliações instrumentais, haja algum desconforto (mínimo), principalmente quanto ao uso do capacete estabilizador de cabeça para a avaliação pela ultrassonografia. A fadiga também pode acontecer em decorrência do tempo de realização das avaliações e da necessidade de repetição

de frases. Como benefício para o participante, está a possibilidade de diagnóstico de alterações de fala e encaminhamento para o tratamento fonoaudiológico. A escolha para participação ou não nesta pesquisa será analisada pelos pesquisadores deste projeto, conforme as necessidades indicadas no projeto. Além disso, a pesquisa traz benefícios para a clínica fonoaudiológica, pois ao aprimorar o caráter avaliativo da produção da fala, também proporciona conhecimento para a elaboração de programas terapêuticos mais adequados às necessidades individuais do paciente.

É importante esclarecer que, caso você decida que não pode participar, existem outros tipos de avaliação, diagnóstico e/ou tratamento, indicados que podem buscar e estamos disponíveis à lhe indicar.

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com algum dos pesquisadores ou com o Comitê de Ética em Pesquisa.

Em caso de algum problema relacionado com a pesquisa, você terá direito à assistência gratuita que será prestada no próprio serviço de fonoaudiologia (SAF-UFSM).

Você tem garantida a possibilidade de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão ser divulgadas apenas em eventos científicos ou publicações, sem a identificação dos participantes, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Também serão utilizadas imagens, as quais são mantidos em sigilo quanto à identificação.

Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica, também, garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

Autorização

Eu, _____, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado(a), ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais eles serão submetidos, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Assinatura do(a) voluntário(a)

Assinatura do responsável pela
obtenção do TCLE

Santa Maria, __ de _____ de 20__.

APÊNDICE B – FOLDERS E CARTAZ PARA DIVULGAÇÃO DA PESQUISA

Este folheto tem a finalidade de divulgar a pesquisa de doutorado "Avaliação Instrumental do Mecanismo da Fala nas Disartrias – Caracterização das Bases Motoras da Fala", a qual está aprovada no Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob nº 2.952.850.

Pesquisadora:
Fga. Caroline Rodrigues Portalete.
CRFa 9938/RS.



"Comunicação é a arte de ser entendido"

- Peter Ustinov

Avaliações fonoaudiológicas de linguagem, fala e voz

Terapia dos Distúrbios dos Sons da Fala

Ultrassonografia dos movimentos de língua

Nasometria

Eletrologotografia

Análise acústica vocal

R. Floriano Perxoto, 1750
Prédio de Apoio da UFSM
(55) 99193-0132
labfala.ufsm@gmail.com
<http://labfala.ufsm.br/>



LabFala
Avaliações Fonoaudiológicas Instrumentais

Dificuldades para falar devido a distúrbios neurológicos



Pesquisa de Doutorado



A produção da fala envolve um sistema altamente complexo de processos neuromusculares, ou seja, sinais cerebrais são gerados e conduzidos, por meio de conexões, para os músculos que produzem a fala: lábios, língua, bochechas, palato mole; e músculos que produzem a voz e a respiração.

Dessa forma, esses sinais cerebrais devem garantir que os músculos tenham força, velocidade e mobilidade adequadas para falar corretamente.

Quando a pessoa apresenta um distúrbio neurológico que prejudica as habilidades motoras de produzir a fala, dizemos que ela apresenta **DISARTIRIA**.

Por isso, se você apresenta dificuldades para falar devido a algum distúrbio neurológico ou conhece alguém que apresenta essa característica, é necessário **procurar atendimento fonoaudiológico para reabilitação**. Quanto antes, melhores são os resultados!

Os distúrbios neurológicos mais comuns que causam disartria são o AVC, Doença de Parkinson, Esclerose Lateral Amiotrófica e Esclerose Múltipla, Tumor cerebral, Traumatismo craniocéfálico, infecções no sistema nervoso central (SNC), Distrofia muscular, Doença de Huntington, Doença de Lyme, Doença de Wilson, Miastenia grave, Paralisia cerebral, Paralisia de Bell e Síndrome de Guillain-Barré.

Medicamentos como narcóticos ou tranquilizantes que afetam o SNC também afetam a produção da fala.

A melhor conduta é realizar acompanhamento neurológico, controlar os fatores de riscos e, para melhorar os aspectos de linguagem, fala e voz, é importante fazer uma avaliação fonoaudiológica específica, seguida de uma reabilitação completa das bases motoras da fala que estão alteradas.



Objetivos desta pesquisa

Através da sua participação nesta pesquisa, queremos aprimorar a avaliação fonoaudiológica das disartrias, bem como conhecer melhor os aspectos de produção da fala nos seus diversos casos.

Além disso, queremos aplicar um modelo de terapia desenvolvido especialmente para cada caso e verificar os efeitos de intervenção.

Benefícios para o participante

- Serviços de avaliação e terapia totalmente cobertos pelo SUS
- Avaliações instrumentais, como ultrassonografia de movimentos de língua, nasometria e eletrologotografia para aprimoramento do diagnóstico fonoaudiológico, garantindo uma avaliação **COMPLETA** e **INOVADORA**.
- Terapia fonoaudiológica semanal e intensiva, de acordo com cada caso.
- Sem riscos ao paciente e total liberdade para que o paciente interrompa sua participação, sem que isso lhe cause qualquer dano.
- Sigilo de dados garantido.

Você apresenta dificuldades para falar devido a problemas neurológicos?

Participe desta pesquisa!

LabFala



Pessoas **acima de 19 anos** com histórico de **lesão cerebral adquirida**, como: AVC, Traumatismo Cranioencefálico, Tumor Cerebral, Doença de Parkinson, Esclerose Lateral Amiotrófica, Esclerose Múltipla, infecções no sistema nervoso central (SNC), Distrofia muscular, entre outras.



Presença de alterações de fala, como: distorção de sons (“letras”) na fala e imprecisão articulatória, com dificuldade para fechar os lábios, elevar a língua, abrir a boca; alterações de nasalidade (“voz fanha” ou “voz anasalada”); dificuldades em dar ênfase em palavras e frases; fala lentificada; alterações de voz; etc.



Benefícios

- ✓ Avaliação fonoaudiológica COMPLETA e INOVADORA, incluindo ultrassonografia, nasometria e eletroglotografia.
- ✓ Terapia fonoaudiológica semanal e intensiva, elaborada individualmente para cada paciente.
- ✓ Total liberdade para que o paciente interrompa sua participação, sem que isso lhe cause qualquer dano.
- ✓ Serviços de avaliação e terapia totalmente cobertos pelo SUS – **SEM CUSTOS AO PACIENTE!**



Telefones: (55) 99193-0132 (Laboratório de Fala) ou (55) 3220-9239 (Serviço de Atendimento Fonoaudiológico)

E-mail: labfala.ufsm@gmail.com

Endereço: R. Floriano Peixoto, 1750 - Prédio de Apoio da UFSM (em frente ao Icardio)

Segunda à sexta
8h às 17h

APÊNDICE C – ANAMNESE FONOAUDIOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DOS TRANSTORNOS MOTORES DE FALA



Laboratório de Fala – Avaliações Fonoaudiológicas Instrumentais

Prédio de Apoio da UFSM – Rua Floriano Peixoto, 1750
Santa Maria – RS – CEP 97015-372 Fone: (55) 3220-9239
Responsável: Fg.ª Prof.ª Dr.ª Marcia Keske Soares

ANAMNESE DOS TRANSTORNOS MOTORES DA FALA

MÉTODOS PERCEPTIVOS E INSTRUMENTAIS NA AVALIAÇÃO DA DISARTRIA E RESULTADOS DE UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO FONOAUDIOLÓGICA COM BIOFEEDBACK INSTRUMENTAL

Paciente:		Sigla de identificação:	
Data de Nascimento:		CNS:	
Idade:		Encaminhamento:	
Endereço:		Avaliador (a):	
Contato:		Data:	

ENTREVISTA INICIAL				
Local de Nascimento:				
Residiu em outra cidade/estado/país? Qual?				
Teve/tem contato com outra língua? Qual? Duração desse contato:				
Escolaridade Período/Curso Instituição				
Ocupação/Profissão:				
História clínica e antecedentes patológicos				
Desenvolvimento linguístico <input type="checkbox"/> Realizou fonoterapia				
Há presença de queixa?				
Hábitos <input type="checkbox"/> Se sim, responder a Fagerstrom e CAGE	<input type="checkbox"/> Tabagismo	<input type="checkbox"/> Etilismo	<input type="checkbox"/> Drogas ilícitas	<input type="checkbox"/> Outros


Laboratório de Fala – Avaliações Fonoaudiológicas Instrumentais

Prédio de Apoio da UFSM – Rua Floriano Peixoto, 1750
 Santa Maria – RS – CEP 97015-372 Fone: (55) 3220-9239
 Responsável: Fg.ª Prof.ª Dr.ª Marcia Keske Soares

FAGERSTRÖM: Vamos falar sobre seu hábito de fumar?				
	Consumo prévio		Consumo atual	
1) Quanto tempo depois de acordar você fuma o seu primeiro cigarro?	(0) Após 60 minutos	(1) 31-60 minutos	(0) Após 60 minutos	(1) 31-60 minutos
2) Você tem dificuldades para evitar fumar em lugares onde é proibido, como igrejas, local de trabalho, cinemas, shoppings, etc.?	(0) Não	(1) Sim	(0) Não	(1) Sim
3) Qual é o cigarro mais difícil de largar ou de não fumar?	(0) Qualquer um	(1) O primeiro da manhã	(0) Qualquer um	(1) O primeiro da manhã
4) Quantos cigarros você fuma por dia?	(0) 10 ou menos (2) 21 a 30	(1) 11 a 20 (3) 31 ou mais	(0) 10 ou menos (2) 21 a 30	(1) 11 a 20 (3) 31 ou mais
5) Você fuma mais frequentemente nas primeiras horas do dia do que durante o resto do dia?	(0) Não	(1) Sim	(0) Não	(1) Sim
6) Você fuma mesmo estando doente ao ponto de ficar acamado a maior parte do dia?	(0) Não	(1) Sim	(0) Não	(1) Sim
CONCLUSÃO QUANTO AO GRAU DE DEPENDÊNCIA: 0-2: muito baixo 3-4: baixo 5: médio 6-7: elevado (risco de síndrome de abstinência) 8-10: muito elevado				
CAGE: Vamos conversar sobre seu hábito de beber?				
	Consumo prévio		Consumo atual	
1) Alguma vez você sentiu que deveria diminuir a quantidade de bebida ou parar de beber?	() Não	() Sim	() Não	() Sim
2) As pessoas o (a) aborrecem porque criticam o seu modo de beber?	() Não	() Sim	() Não	() Sim
3) Você se sente culpado pela maneira com que costuma beber?	() Não	() Sim	() Não	() Sim
4) Você costuma beber pela manhã para diminuir o nervosismo ou a ressaca?	() Não	() Sim	() Não	() Sim
PONTUAÇÃO	2 a 4 SIM () Positivo para problemas relacionados ao uso de álcool		0 a 1 SIM () Negativo para problemas relacionados ao uso de álcool	

Fonte: (EWING; ROUSE, 1970; FAGERSTRÖM, 1978; MASUR; MONTEIRO, 1983)

REFERÊNCIAS:

EWING, J.; ROUSE, B. Identifying the hidden alcoholic. In: **Program and abstracts of the 29th International Congress on Alcohol and Drug Dependence**. Sidney: [s.n.].

FAGERSTRÖM, K. Measuring degree of physical dependence to tobacco smoking with reference to individualization of treatment. **Addictive Behaviors**, v. 3, n. 3-4, p. 235-41, 1978.

MASUR, J.; MONTEIRO, M. Validation of the "Cage" alcoholism screening test in a brazilian psychiatric inpatient hospital setting. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 16, n. 3, p. 215-8, 1983.


Laboratório de Fala – Avaliações Fonoaudiológicas Instrumentais

Prédio de Apoio da UFSM – Rua Floriano Peixoto, 1750
 Santa Maria – RS – CEP 97015-372 Fone: (55) 3220-9239
 Responsável: Fg.ª Prof.ª Dr.ª Marcia Keske Soares

ANAMNESE	
Diagnóstico médico Tipo de lesão Local da lesão Data da lesão Hospital	
Equipe médica:	
Exames complementares Anexar laudos	<input type="checkbox"/> ORL <input type="checkbox"/> Neurologista
Outras informações relevantes	<input type="checkbox"/> Cirurgias <input type="checkbox"/> Alergias <input type="checkbox"/> Dor <input type="checkbox"/> Dificuldade de alimentação <input type="checkbox"/> Dificuldade de audição <input type="checkbox"/> Medicamentos: <input type="checkbox"/> Doenças:
Atendimento multidisciplinar Indicar quais Dias de atendimento	
Cognição	<input type="checkbox"/> Dificuldade em achar as palavras para falar <input type="checkbox"/> Gramática simples <input type="checkbox"/> Dificuldade de expressão <input type="checkbox"/> Dificuldade de compreensão <input type="checkbox"/> Dificuldade de memória
Consciência das alterações de fala	<input type="checkbox"/> Limitado a nenhuma consciência das alterações de fala <input type="checkbox"/> Consciente do comprometimento; incapaz de usar estratégias para melhorar a inteligibilidade <input type="checkbox"/> Usa estratégias inconsistentes para melhorar a inteligibilidade <input type="checkbox"/> Usa estratégias de forma eficaz e consistente para melhorar a inteligibilidade
Limitações de atividade e restrições de participação	<input type="checkbox"/> Tarefas e demandas gerais <input type="checkbox"/> Tarefas domésticas <input type="checkbox"/> Interações interpessoais <input type="checkbox"/> Educação <input type="checkbox"/> Emprego <input type="checkbox"/> Comunidade
PÓS-AVALIAÇÕES	
Prognóstico	<input type="checkbox"/> Favorável <input type="checkbox"/> Reservado <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Razoável <input type="checkbox"/> Pobre
Conduta	<input type="checkbox"/> Tratamento fonoaudiológico <input type="checkbox"/> Avaliação de dispositivos de CAA/ geração de fala <input type="checkbox"/> Outros encaminhamentos sugeridos:
Orientações à família	<input type="checkbox"/> Familiares ou cuidadores foram orientados <input type="checkbox"/> Resultados da avaliação foram explicados <input type="checkbox"/> Paciente expressou compreensão da avaliação e concordância com tratamento <input type="checkbox"/> Paciente expressou compreensão da avaliação, mas recusou tratamento <input type="checkbox"/> Paciente requer mais orientação <input type="checkbox"/> A família ou cuidadores precisam de mais orientações

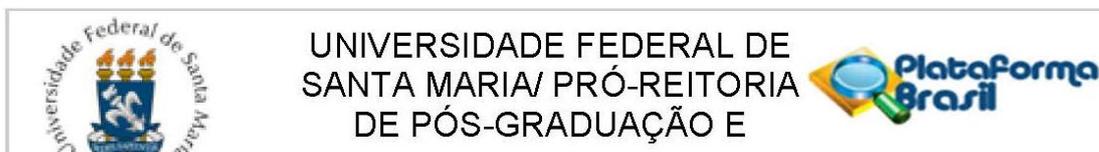
APÊNDICE D – INSTRUÇÕES PARA AVALIAÇÃO NASOMÉTRICA

NASOMETRIA			
Examinador:			
<input type="checkbox"/> Nasometer + Nasômetro II			
<input type="checkbox"/> Conectar o token de acesso ao software Nasometer no PC <input type="checkbox"/> Posicionar o equipamento na sala silenciosa, numa distância de 30cm de qualquer objeto sólido/parede; <input type="checkbox"/> Ligar (<i>power</i>) > clicar em <i>calibrate</i> e ajustar o ganho da calibração no aparelho para <i>calibrate</i> ; <input type="checkbox"/> No <i>software</i> (PC), clicar em <i>options</i> > <i>calibrate</i> ; <input type="checkbox"/> Após a confirmação da calibração " <i>Calibration is complete</i> ", assegurar-se de que os valores estão entre 0.9 e 1.1, conforme manual. <input type="checkbox"/> O headset deve ser ajustado na faixa de velcro, localizada na parte de trás, e na faixa acima da cabeça do paciente; <input type="checkbox"/> Os ajustes superiores servem para adequar à distância em relação ao nariz e evitar um <i>gap</i> na placa entre o nariz e o lábio superior. Os ajustes inferiores servem para adequar o ângulo da placa defletora para 90°; <input type="checkbox"/> A inclinação da placa defletora deve estar em simetria, no máximo até 15°, para que o sinal de nasalância seja mais preciso; 1) Para dados normativos manter o ganho do Nasômetro em <i>min</i> ; 2) Mostrar a lista de figuras ao paciente para a nomeação das palavras do protocolo; 3) Treinar com a criança a reprodução da frase-veículo "fale [palavra-alvo] de novo" e orientá-la a repetir em ato contínuo 5x cada frase.			
Gravações			
Triagem da nasalância <small>Trindade et al., 1997</small>	Consoantes de alta pressão intraoral – ZOO-BR (<27%) <input type="checkbox"/> Papai caiu da escada. <input type="checkbox"/> Fábio pegou o gelo. <input type="checkbox"/> O palhaço chutou a bola. <input type="checkbox"/> Teresa fez pastel. <input type="checkbox"/> A árvore dá frutos e flores.		
	Consoantes de baixa pressão intraoral – ZOO2-BR (<32%) <input type="checkbox"/> O louro ia olhar a lua. <input type="checkbox"/> Laura lia ao luar. <input type="checkbox"/> A leoa é leal. <input type="checkbox"/> Lili era loira. <input type="checkbox"/> Lulu olha a arara.		
	Frases predominantemente nasais – NASAL-BR (>43%) <input type="checkbox"/> Domingo tem neblina. <input type="checkbox"/> O passarinho comeu a minhoca. <input type="checkbox"/> Miriam lambeu o limão. <input type="checkbox"/> O menino era bonzinho. <input type="checkbox"/> Flavinho chamou João.		
Média de nasalância das consoantes			
/p/	/f/	/l/	/m/
/b/	/v/	/ʎ/	/n/
/t/	/s/	/R/	/ɲ/
/d/	/z/	/r/	
/k/	/j/		
/g/	/ʒ/		

APÊNDICE E – INSTRUÇÕES PARA EGG E ANÁLISE ACÚSTICA VOCAL

ELETROGLOTOGRAFIA	
Examinador:	
<input type="checkbox"/> CSL + <i>Electroglottograph 4350</i> + <i>Real Time EGG</i> + microfone SHURE SM48	
<input type="checkbox"/> Os pacientes devem estar sentados confortavelmente, realizando mínimos movimentos de corpo e cabeça;	
<input type="checkbox"/> Colocar dois eletrodos limpos e despolarizados com solução salina, de forma superficial, simetricamente sobre a pele adjacente à cartilagem tireoide em nível de laringe – localizar corretamente a cartilagem;	
<input type="checkbox"/> Posicionar o microfone a 10cm da boca do paciente para produção da fala e a 4cm para produção das vogais;	
<input type="checkbox"/> Posicionar a tela do computador com as figuras do protocolo PRAIN F para sua nomeação repetida;	
<input type="checkbox"/> Pré-testagem: o paciente deve deglutir um gole de água, pigarrear e, após, sustentar a vogal /a/. O examinador deslocará os eletrodos até encontrar o melhor sinal do fluxo da corrente.	
<input type="checkbox"/> Solicitar ao paciente que inspire profundamente e realize três procedimentos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Emissão das vogais em TMF; 2. Emissão da voz modulada: realizar (em glissando) a transição do som /i/ para hiperagudo e do som /o/ para basal, realizar (em <i>messa di voce</i>) a transição do /a/ do fraco para forte e vice-versa; 3. Cinco repetições das palavras-alvo do protocolo PRAIN F; 	
<input type="checkbox"/> Cada emissão será gravada separadamente: ex.: <i>ctrl</i> + <i>s</i> (comando para salvar) > salvar como “nomedopaciente emissão do i agudo”.	
Parâmetros para analisar:	
<input type="checkbox"/> Configuração da onda glótica	
<input type="checkbox"/> Frequência fundamental – F_{0EGG}	
<input type="checkbox"/> Quociente de contato – CQ_{EGG}	
<input type="checkbox"/> <i>Jitter</i> _{EGG}	
Testagem inicial	<input type="checkbox"/> Respiração
	TMF(VIEIRA; MCINNÉS; JACK, 1997): <input type="checkbox"/> /a/ <input type="checkbox"/> /i/ <input type="checkbox"/> /u/
	Modulação da voz: <input type="checkbox"/> Glissando /i/ e /o/ <input type="checkbox"/> <i>Messa di voce</i> /a/
PRAIN F	Fala: <input type="checkbox"/> Analisar os mesmos parâmetros eletroglotográficos para todas as consoantes do PB de acordo com o protocolo.
ANÁLISE ACÚSTICA VOCAL	
<input type="checkbox"/> CSL + <i>MDVP-A</i> + SHURE SM48	
<input type="checkbox"/> Os pacientes devem estar em pé, com os pés afastados para garantir o equilíbrio corporal e evitar movimentos de corpo e cabeça;	
<input type="checkbox"/> Posicionar o microfone a 15cm da boca do paciente;	
<input type="checkbox"/> Solicitar ao paciente que inspire profundamente e realize a emissão sustentada da vogal /a/, em <i>pitch</i> e <i>loudness</i> habituais;	
<input type="checkbox"/> Após registrar a emissão (F12), selecionar a opção para extração automática de todos os parâmetros.	

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP PARA AVALIAÇÃO DOS PACIENTES



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DA FALA DE CRIANÇAS, ADOLESCENTES E ADULTOS COM E SEM DISTÚRBIOS DOS SONS DA FALA

Pesquisador: Marcia Keske Soares

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 99898818.4.0000.5346

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.952.850

Apresentação do Projeto:

O projeto se intitula CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DA FALA DE CRIANÇAS, ADOLESCENTES E ADULTOS COM E SEM DISTÚRBIOS DOS SONS DA FALA e se vincula ao Departamento de Fonoaudiologia e trabalhos de graduação (iniciação científica e trabalho de conclusão de curso) e de pós-graduação (mestrado, doutorado e pós-doutorado) poderão ser abrigadas neste projeto de pesquisa. No resumo os pesquisadores apontam que a produção da fala é uma das habilidades humanas mais complexas, pois envolve um conjunto de capacidades motoras e mentais, o qual depende do desenvolvimento dos órgãos e funções vinculadas à fala, da maturação do Sistema Nervoso Central (SNC) e suas especializações, da adequação da musculatura oronasofaríngea e de cinco bases motoras responsáveis pela fala: ressonância, articulação, fonação, respiração e prosódia. Serão utilizadas tecnologias instrumentais para avaliação da fala, tais como a ultrassonografia dos movimentos da língua, nasometria e eletroglotografia. A amostra do presente estudo contará com crianças, adolescentes e adultos com e sem distúrbios dos sons da fala.

Cabe ressaltar que o projeto apresenta longa revisão bibliográfica, cronograma, orçamento e protocolos de avaliação detalhados.

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar

Bairro: Camobi

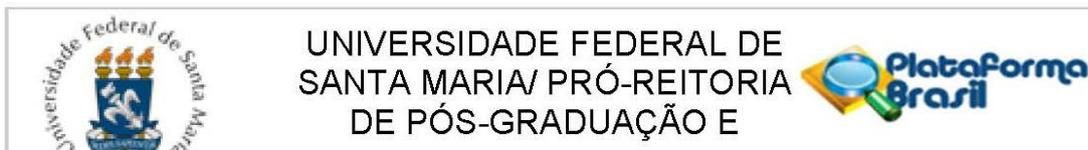
CEP: 97.105-970

UF: RS

Município: SANTA MARIA

Telefone: (55)3220-9362

E-mail: cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.952.850

Objetivo da Pesquisa:

Caracterizar a produção da fala nos níveis de função articulatória, velofaríngea e laringea das consoantes do Português Brasileiro em crianças, adolescentes e adultos com e sem distúrbios dos sons da fala.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A avaliação sobre riscos e benefícios está descrita de modo suficiente no projeto e TCLE.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

—

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos são apresentados de modo suficiente.

Recomendações:

Veja no site do CEP - <http://w3.ufsm.br/nucleodecomites/index.php/cep> - na aba "orientações gerais", modelos e orientações para apresentação dos documentos.

ACOMPANHE AS ORIENTAÇÕES DISPONÍVEIS, EVITE PENDÊNCIAS E AGILIZE A TRAMITAÇÃO DO SEU PROJETO.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1230546.pdf	01/10/2018 17:09:30		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.pdf	01/10/2018 17:09:12	Marcia Keske Soares	Aceito
Declaração de Pesquisadores	confidencialidade.pdf	01/10/2018 17:08:52	Marcia Keske Soares	Aceito

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar

Bairro: Camobi

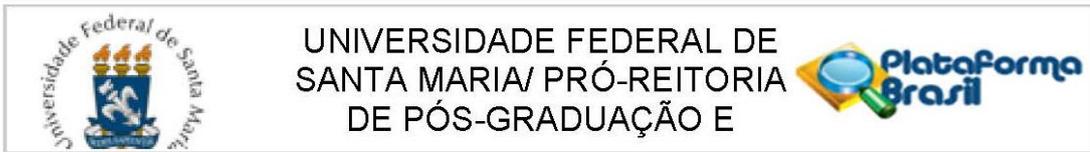
CEP: 97.105-970

UF: RS

Município: SANTA MARIA

Telefone: (55)3220-9362

E-mail: cep.ufsm@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA MARIA/ PRÓ-REITORIA
DE PÓS-GRADUAÇÃO E

Continuação do Parecer: 2.952.850

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	01/10/2018 17:08:30	Marcia Keske Soares	Aceito
Folha de Rosto	FolhaCEP.pdf	01/10/2018 09:34:46	Marcia Keske Soares	Aceito
Brochura Pesquisa	projeto_61400.pdf	30/09/2018 21:35:07	Marcia Keske Soares	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	30/09/2018 21:34:31	Marcia Keske Soares	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Instituicao.pdf	30/09/2018 21:34:04	Marcia Keske Soares	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	30/09/2018 21:33:52	Marcia Keske Soares	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

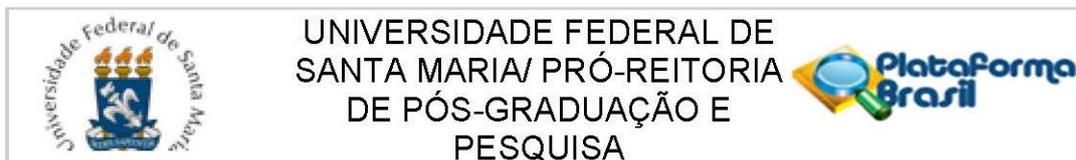
Não

SANTA MARIA, 09 de Outubro de 2018

Assinado por:
CLAUDEMIR DE QUADROS
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP PARA TERAPIA DOS PACIENTES



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Diferentes abordagens terapêuticas no tratamento dos distúrbios dos sons da fala de crianças, adolescentes e adultos

Pesquisador: Marcia Keske Soares

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 23370619.9.0000.5346

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Maria/ Pró-Reitoria de Pós-Graduação e

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.702.241

Apresentação do Projeto:

A produção da fala é uma das habilidades humanas mais complexas, pois envolve um conjunto de capacidades motoras e mentais, o qual depende do desenvolvimento dos órgãos e funções vinculadas à fala, da maturação do sistema nervoso central e suas especializações, da adequação da musculatura oronasofaríngea, e de cinco bases motoras responsáveis pela fala: ressonância, articulação, fonação, respiração e prosódia. Atualmente, a intervenção utilizando terapias tradicionais, ou as de base fonológica e articulatória são reconhecidas como eficazes para o tratamento dos distúrbios dos sons da fala. A intervenção com base fonológica apresenta já diversas evidências científicas sobre a sua aplicabilidade e efeitos na adequação da fala.

Apesar disso, algumas propostas terapêuticas com base fonológica ainda precisam ser investigadas. A abordagem multissensorial possibilita efeitos na intervenção da fala associado a pistas sensoriais. As tecnologias instrumentais para a terapia da fala, tais como a ultrassonografia dos movimentos da língua, nasometria e eletroglotografia são capazes de caracterizar os aspectos de tais bases motoras e fornecer detalhes relevantes sobre o desenvolvimento normal e desviante quanto à produção dos sons da fala de crianças, adolescentes e adultos. As intervenções com a utilização de biofeedback instrumental não são ainda frequentes nas pesquisas de terapia da fala, portanto, a eficácia desta intervenção precisa ainda ser mais investigada. O projeto tem como

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar

Bairro: Camobi

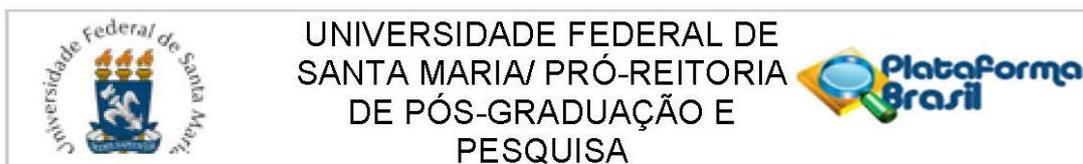
CEP: 97.105-970

UF: RS

Município: SANTA MARIA

Telefone: (55)3220-9362

E-mail: cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.702.241

objetivo verificar os efeitos de diferentes abordagens terapêuticas (fonológica, multissensorial, biofeedback instrumental) no tratamento dos distúrbios dos sons da fala de crianças, adolescentes e adultos.

Resultados esperados: Espera-se apresentar resultados de diferentes abordagens terapêuticas para tratamento dos distúrbios dos sons da fala de crianças, adolescentes e adultos, no que tange às bases fonológica, multissensorial ou biofeedback instrumental, apresentando resultados científicos importantes, permitindo eficácia na terapia e redução do tempo de intervenção.

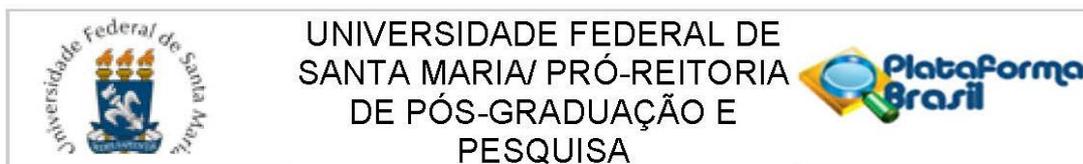
Os dados serão tabulados em planilha Excel e analisados considerando a abordagem terapêutica utilizada, a partir dos resultados das avaliações pré e pós-intervenção. Serão analisados também em comparação entre as abordagens terapêuticas. O teste estatístico a ser utilizado dependerá da análise a ser realizada.

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO GERAL: verificar os efeitos de diferentes abordagens terapêuticas (fonológica, multissensorial, biofeedback instrumental) no tratamento dos distúrbios dos sons da fala de crianças, adolescentes e adultos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: verificar os efeitos das abordagens de base fonológica no tratamento dos distúrbios dos sons da fala de crianças e adolescentes. Verificar os efeitos da terapia com e sem abordagem multissensorial no tratamento dos distúrbios dos sons da fala de crianças, adolescentes e adultos. Verificar os efeitos da terapia com e sem biofeedback instrumental (apoio ultrassonográfico e/ou nasométrico e/ou eletroglotográfico) no tratamento dos distúrbios dos sons da fala de crianças, adolescentes e adultos. Verificar os efeitos da terapia com e sem bombardeio auditivo no tratamento dos distúrbios dos sons da fala de criança e adolescentes. Comparar os efeitos de diferentes abordagens terapêuticas (fonológica, multissensorial, biofeedback instrumental) no tratamento dos distúrbios dos sons da fala de crianças, adolescentes e adultos.

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.702.241

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Descritos em todos os documentos satisfatoriamente.

Riscos: os participantes não serão expostos a riscos químicos ou físicos que comprometam sua saúde, mas estarão sujeitos à fadiga e ao desconforto, tendo em vista o tempo de duração da sessão de terapia, bem como a utilização de aparelhagem para a realização das intervenções, especialmente a com biofeedback.

Benefícios: em relação aos benefícios, além da terapia fonoaudiológica, todos os participantes serão informados do objetivo do presente estudo e das vantagens que a sua participação promoverá para a saúde, bem-estar e qualidade de vida dos indivíduos com DSF.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentados suficientemente: registro no GAP/CCS; autorização institucional SAF data em 2018 (?); TC; TCLE específicos para faixas etárias da pesquisa; termo de assentimento; folha de rosto.

Recomendações:

Veja no site do CEP - <http://nucleodecomites.ufsm.br/index.php/cep/orientacoes-gerais> - modelos e orientações para apresentação dos documentos. ACOMPANHE AS ORIENTAÇÕES DISPONÍVEIS, EVITE PENDÊNCIAS E AGILIZE A TRAMITAÇÃO DO SEU PROJETO.

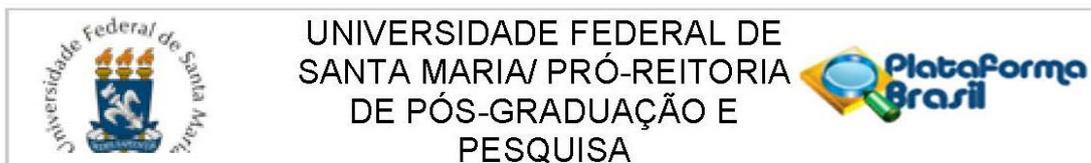
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

.

Considerações Finais a critério do CEP:

O proponente do projeto é responsável por eventuais danos comprovadamente decorrentes da realização da pesquisa.

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.702.241

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1230826.pdf	14/10/2019 13:03:31		Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto.pdf	14/10/2019 13:02:58	Marcia Keske Soares	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	14/10/2019 01:04:17	Marcia Keske Soares	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	14/10/2019 01:03:52	Marcia Keske Soares	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TermoConfidencialidade.pdf	14/10/2019 00:57:57	Marcia Keske Soares	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEs.pdf	14/10/2019 00:57:46	Marcia Keske Soares	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoFala.pdf	14/10/2019 00:57:36	Marcia Keske Soares	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AutorizacaoInstitucional.pdf	14/10/2019 00:54:38	Marcia Keske Soares	Aceito
Outros	projeto_64420.pdf	14/10/2019 00:52:58	Marcia Keske Soares	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SANTA MARIA, 13 de Novembro de 2019

Assinado por:
CLAUDEMIR DE QUADROS
 (Coordenador(a))

Endereço: Av. Roraima, 1000 - prédio da Reitoria - 2º andar
Bairro: Camobi **CEP:** 97.105-970
UF: RS **Município:** SANTA MARIA
Telefone: (55)3220-9362 **E-mail:** cep.ufsm@gmail.com

ANEXO C – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DAS DISARTRIAS (ORTIZ, 2006)

AVALIAÇÃO ESTRUTURAL	
Musculatura facial em repouso – VII PAR CRANIANO	
1. A boca está simétrica? 2. Os olhos estão abertos? 3. A face está rígida? 4. O nariz está simétrico?	
Musculatura mandibular ao repouso – V PAR CRANIANO	
1. A mandíbula está mais abaixada do que o normal?	
Musculatura da língua ao repouso – XII PAR CRANIANO	
1. A língua está com o tamanho normal? 2. A língua está na linha média? 3. A língua parece simétrica no tamanho? 4. Quando a língua repousa nos dentes incisivos inferiores, observam-se fasciculações? 5. As fasciculações são observadas no dorso ou ao longo das laterais da língua? 6. A língua permanece em repouso? 7. A língua apresenta movimentos laterais ou na direção anteroposterior? 8. A ponta ou o dorso da língua realizam movimentos anormais de elevação e abaixamento?	
Musculatura do véu palatino – X PAR CRANIANO	
1. Os arcos faciais estão simétricos? 2. O palato mole parece estar mais baixo de um lado do que do outro? 3. Os dois lados parecem estar mais baixos e mais próximos do dorso da língua do que o normal?	
RESPIRAÇÃO	
1. Velocidade e tipo da respiração Ciclos por minuto _____ (12 a 20 c/min) <input type="checkbox"/> Abdominal <input type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/> Torácica <input type="checkbox"/> Clavicular <input type="checkbox"/> Inversa	
2. Capacidade vital _____ (>80%)	
3. Tempos máximos de fonação /a/ _____ segundos /i/ _____ segundos /s/ _____ segundos /z/ _____ segundos	
4. Relação /s/ /z/ _____ (0,7 a 1,3)	
5. Palavras por expiração Contagem de números (1-20) PE = _____ Leitura de texto (120) PE = _____ Conversação (2 minutos) PE = _____	
FONAÇÃO	
1. Voz <input type="checkbox"/> Rouca <input type="checkbox"/> Gutural <input type="checkbox"/> Astênica <input type="checkbox"/> Molhada <input type="checkbox"/> Áspera <input type="checkbox"/> Crepitante <input type="checkbox"/> Rugosa <input type="checkbox"/> Tensa <input type="checkbox"/> Soprosa <input type="checkbox"/> Bitonal <input type="checkbox"/> Pastosa <input type="checkbox"/> Monótona <input type="checkbox"/> Trêmula <input type="checkbox"/> Presbifônica	
2. Ataque vocal: <input type="checkbox"/> Isocrônico <input type="checkbox"/> Brusco <input type="checkbox"/> Aspirado	
1. Intensidade vocal <input type="checkbox"/> Adequada <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Baixa	
2. Altura vocal/frequência <input type="checkbox"/> Adequada <input type="checkbox"/> Grave <input type="checkbox"/> Aguda	
3. Instabilidade/flutuações <input type="checkbox"/> Pitch <input type="checkbox"/> Loudness	

RESSONÂNCIA

1. Movimento velar – X PAR CRANIANO

Dizer /a/ 5x com uma boa pausa entre os sons.

- Consistente e simétrico.
- Assimétrico, porém mantém o movimento.
- Ocorre deterioração na habilidade de elevar o véu na série.
- Mínima movimentação do véu.
- Ausência de movimentação.

2. Emissão nasal

Dizer /pau/ x /mau / 3x – Utilizar espelho de Glatzel.

3. Foco ressonantal:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Normal | <input type="checkbox"/> Laringofaríngea |
| <input type="checkbox"/> Hipernasal | <input type="checkbox"/> Não-balanceada |
| <input type="checkbox"/> Hiponasal | |

Grau

- | | |
|-----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Leve | <input type="checkbox"/> Moderado a grave |
| <input type="checkbox"/> Moderado | <input type="checkbox"/> Grave |

3. Reflexo/Gag:

Ocorre o reflexo de Gag quando toca a parede posterior da faringe?

4. Tosse:

O paciente consegue produzir uma tosse forte, audível e eficaz?

ARTICULAÇÃO

1. Movimentos labiais

Dizer /u/-/i/ 5x seguidas.

Dizer /p/ 5x seguidas.

- Sem anormalidades: realiza 5 séries em 5 segundos.
- Assimetria D __ E __; tempo reduzido (8 a 10 segundos).
- Movimentos inconsistentes/irregulares ou deterioração progressiva.
- Inclusão de pelo menos três dos seguintes fatores: movimentação em apenas uma direção, movimentos grosseiros, tremor, inabilidade para realizar mais do que duas séries progressivas, redução da velocidade durante o movimento.
- Mínima força. Ausência de vedamento labial.

2. Musculatura facial durante o movimento voluntário – VII PAR CRANIANO

- Sorriso simétrico.
- O paciente consegue inflar as bochechas e manter os lábios fechados quando se aplica uma pressão?

3. Movimentos mandibulares

Abrir e fechar a boca. Abrir o máximo que conseguir.

- Movimento normal e simétrico.
- Movimento simétrico, porém, com fechamento incompleto; ou presença de barulho na ATM.
- Movimento assimétrico, lento, porém com fechamento completo.
- Movimento assimétrico e incompleto durante o fechamento.
- Mínima elevação ou abaixamento mandibular.

4. Movimentos mandibulares durante o movimento voluntário – V PAR CRANIANO

Quando o paciente abre a boca com a maior amplitude possível ocorre desvio mandibular?

O paciente consegue movimentar voluntariamente a mandíbula para a direita e para a esquerda?

O paciente consegue manter a boca aberta se o avaliador pressionar o fechamento?

O paciente consegue resistir à tentativa do avaliador de abrir a sua boca, enquanto os dentes estão cerrados?

5. Movimentos voluntários de língua – XII PAR CRANIANO

O paciente consegue Protruir completamente a língua?

Todos os movimentos devem ser realizados cinco vezes:

Protrusão e retração;

Elevação e abaixamento;

Lateralização.

- Sem anormalidades; realiza cinco séries em 6/7 segundos.
- Movimento bom, porém, lento (8 a 10 segundos); ou redução leve na gama do movimento.

- Movimentos inconsistentes ou irregulares durante a série; ou presença de movimentos associados. D __ E __
- Inclusão de pelo menos três dos seguintes fatores: movimentos grosseiros, tremor ou fasciculação, inabilidade para realizar mais do que duas séries consecutivas, assimetria ou redução da velocidade durante o movimento.
- Mínima força. Ausência de movimentos.

6. Movimentos de língua para a fala:

Dizer /ka – ta/ 5x o mais rápido possível.

- Nenhuma dificuldade observada.
- Incoordenação leve ou alteração leve de força ou tempo reduzido (6/7 segundos)
- Deterioração progressiva na performance ou velocidade reduzida (8/10 segundos)
- Inclusão de pelo menos três dos seguintes fatores: distorção fonêmica, movimentos faciais associados, velocidade reduzida, força reduzida.
- Nenhuma mudança na posição ou desempenho muito pobre.

7. Resistência lingual ativa – 5 segundos:

- Força normal.
- Fraqueza leve com evidência de resistência.
- Resistência assimétrica ou unilateral.
- Inclusão de pelo menos três dos seguintes fatores: não resiste sem hipercinesia, tônus muscular anormal, resistência reduzida, não mantém a resistência durante o tempo, ocorrem movimentos facilitadores.
- Nenhuma resistência à pressão, não acompanha protrusão.

Com a língua protruída, o paciente consegue resistir à força de movê-la para os lados?

Com a língua na bochecha, o paciente consegue resistir à força de movê-la para o centro?

BASES COMBINADAS
(Respiração, fonação, articulação e ressonância)

1. Diadococinesia/ AMR (*Alternate Motion Rate*)

Respirar fundo e emitir /papapa/, /tatata/, /kakaka/ e /patala/ o mais longo e rápido possível.

- O AMR é lento
- O AMR é excessivamente rápido
- O AMR não é ritmado
- O AMR é inconsistente quanto à frequência
- O AMR é inconsistente quanto à intensidade
- Ocorre tremor
- Há um intervalo idêntico entre as sílabas
- As sílabas são eventualmente distorcidas ou mal produzidas
- Hipernasalidade
- Emissão nasal
- Diminuição na amplitude da movimentação de lábios e bochechas.

Observação: a média de repetições é de 30 a 35 sílabas para 5 segundos com o /pa/ e o /ta/, sendo um pouco menor com o /ka/.

2. *Screening* para Miastenia Gravis

O paciente deve contar rápido até 100.

- Há piora da fonação ou da articulação com o tempo.

PROSÓDIA

1. Entonação e sílaba tônica (*stress*)

Usar parâmetros da análise da leitura e/ou da conversação.

- Sem alterações.
- Inadequação esporádica na marcação da sílaba tônica, ou inadequação esporádica na terminação da frase, ou pausas inadequadas para respiração.
- Inadequada ou excessiva marcação da sílaba tônica, impossibilidade de marcar a entonação dentro das sentenças ou entre elas (monotonia), ou decréscimo da tonicidade ou da inflexão com o tempo.
- Inadequada ou excessiva marcação da sílaba tônica das palavras e nenhuma mudança de entonação nas sentenças e entre elas.
- Três dos seguintes fatores: marcação inadequada da sílaba tônica das palavras, inflexão monótona, velocidade anormal, pausas inadequadas para respiração ou incapacidade para se comunicar através de palavras ou frases.

2. Velocidade

V fala = _____ Conversação ~ 13 palavras/min

V leitura = _____ Leitura do texto = 129 palavras/tempo

TEXTO

Um homem velho que vivia sozinho há muito tempo não suportava crianças. Ele morava numa casa grande e mantinha uma vara de bambu ao alcance de sua mão, com a qual ameaçava as crianças de um prédio do BNH vizinho.

Um dia, quando ele estava destruindo um ninho de pardais, ficou preso sobre o telhado alto de três metros e cinquenta. Isso porque querendo descer rápido, deixou cair a escada que tinha colocado mal equilibrada contra a parede do sobrado. Como o homem começou logo a gritar, um garoto corajoso, que brincava calmamente na rua, levantou a cabeça, compreendeu a situação e recolocou a escada caída no chão ao lado de uma roseira.

Depois dessa vergonhosa aventura, ele ofereceu ao menino um lanche acompanhado de um suco de maçã.

Texto adaptado da história "O velho homem", de Cadillac, Nargeot & Nespoulous, 1995. Baddeley AD. Working Memory. Oxford: Claridon Press; 1986. Considerou-se nessa adaptação apenas o enredo da história e o número de palavras.

**ANEXO D – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA INTELIGIBILIDADE DA FALA
(PAIF) (BARRETO; ORTIZ, 2016)**

PALAVRAS ¹⁰			
Alvo	Transcrição	Alvo	Transcrição
Ai		Nasce	
Ar		Pena	
Se		Morro	
No		Será	
Só		Tombo	
Já		Mundo	
Vi		Mexer	
Fé		Secas	
Pá		Peras	
Te		Livre	
Som		Irmão	
Vim		Comeu	
Cão		Peguei	
Deu		Gostou	
Vai		Cuidar	
Fez		Quartos	
Mil		Errada	
Pães		Exame	
Era		Piada	
Até		Acerta	
Isso		Esquina	
Lua		Altura	
Tia		Acordou	
Amor		Noventa	
Assim		Certeza	
Onze		Trabalha	
Este		Criando	
Suor		Prendendo	
Faca		Opinião	
Linha		Abraçando	

¹⁰ A ordem de apresentação das palavras foi aleatoriamente definida por sorteio para cada falante, conforme orientações da autora.

SENTENÇAS¹¹	
Alvo	Transcrição
1 – Não posso perder o ônibus.	
2 – Vamos tomar um cafezinho.	
3 – Preciso ir ao médico.	
4 – A porta da frente está aberta.	
5 – A comida tinha muito sal.	
6 – Cheguei atrasado para a reunião.	
7 – Vamos conversar lá na sala.	
8 – Depois liga para mim.	
9 – Esqueci de pagar a conta.	
10 – Os preços subiram ontem.	
11 – O jantar está na mesa.	
12 – As crianças estão brincando.	
13 – Choveu muito nesse fim de semana.	
14 – Estou morrendo de saudade.	
15 – Olhe bem ao atravessar a rua.	
16 – Preciso pensar com calma.	
17 – Guardei o livro na primeira gaveta.	
18 – Hoje é meu dia de sorte.	
19 – O sol está muito quente.	
20 – Sua mãe acabou de sair de carro.	
21 – Ela vai viajar nas férias.	
22 – Não quero perder o avião.	
23 – Eu não conheci sua filha.	
24 – Ela precisa esperar na fila.	
25 – O banco fechou sua conta.	

¹¹ A ordem de apresentação das sentenças foi aleatoriamente definida por sorteio para cada falante, conforme orientações da autora.

ANEXO E – CONSENSO DE AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ (CAPE-V) (BEHLAU, 2004)

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

Nome _____ Data: _____

Os parâmetros da qualidade vocal deverão ser preenchidos conforme as seguintes tarefas:

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

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

Legenda: C = consistente I = Intermitente

		SCORE
GRAU GERAL	_____	C I _____/100
	DI MO AC	
RUGOSIDADE	_____	C I _____/100
	DI MO AC	
SOPROSIDADE	_____	C I _____/100
	DI MO AC	
TENSÃO	_____	C I _____/100
	DI MO AC	
<i>PITCH</i>	indique a natureza de desvio de <i>pitch</i> _____	C I _____/100
	DI MO AC	
<i>LOUDNESS</i>	indique a natureza de desvio de <i>loudness</i> _____	C I _____/100
	DI MO AC	
_____	_____	C I _____/100
	DI MO AC	
_____	_____	C I _____/100
	DI MO AC	

Comentários sobre ressonância: NORMAL OUTRA (descreva): _____

Características adicionais (por exemplo: diplofonia, som basal, falsete, astenia, afonia, instabilidade de freqüência, tremor, qualidade molhada ou outras observações relevantes)

Clínico: _____

ANEXO F – QUESTIONÁRIO “VIVENDO COM DISARTRIA” (VcD) (PUHL et al., 2009)



Questionário “Vivendo com Disartria” – VcD (Behlau, Padovan I 2009)

Nome: _____ Data: _____

Idade: _____

Cada uma das afirmações deve ser assinalada por uma das seis possibilidades:

- 1- Discordo totalmente
- 2- Discordo bastante
- 3- Discordo um pouco
- 4- Concordo um pouco
- 5- Concordo bastante
- 6- Concordo totalmente

1. Problemas de comunicação relacionados principalmente à fala					
a) Eu fico sem ar quando falo	1	2	3	4	5 6
b) Eu fico rouco	1	2	3	4	5 6
c) Minha fala é lenta	1	2	3	4	5 6
d) Minha fala é arrastada	1	2	3	4	5 6
e) Eu tenho que repetir o que falo porque as pessoas não me entendem	1	2	3	4	5 6
2. Problemas de comunicação relacionados principalmente à linguagem/cog nição					
a) Tenho dificuldade em achar as palavras para falar	1	2	3	4	5 6
b) Minha fala é simples (frases curtas, gramática simples)	1	2	3	4	5 6
c) Tenho que pensar no que estou falando e como estou dizendo enquanto falo	1	2	3	4	5 6
d) Demoro para compreender uma informação nova	1	2	3	4	5 6
e) Nem sempre compreendo o que as pessoas me dizem	1	2	3	4	5 6
3. Problemas de comunicação relacionados principalmente ao cansaço					
a) Eu raramente começo uma conversa	1	2	3	4	5 6
b) Eu evito discussões ou conversas profundas ou complicadas	1	2	3	4	5 6
c) Eu evito situações nas quais tenho que falar	1	2	3	4	5 6
d) Faço apenas pequenos comentários em conversas ou discussões	1	2	3	4	5 6
e) Não consigo me concentrar o suficiente para acompanhar o que as pessoas dizem	1	2	3	4	5 6
4. Efeitos na emoção					
a) O modo de me comunicar varia de forma imprevisível	1	2	3	4	5 6
b) Minhas dificuldades de fala pioram quando estou triste ou com raiva	1	2	3	4	5 6
c) Minhas dificuldades de fala afetam negativamente minha auto-imagem	1	2	3	4	5 6
d) O meu humor afeta como eu interajo com os outros e como eu me comunico	1	2	3	4	5 6
e) Eu me preocupo com minhas dificuldades de fala	1	2	3	4	5 6
5. Efeitos em diferentes pessoas					
a) Eu sou tratado de um modo diferente pelas pessoas com quem me comunico	1	2	3	4	5 6
b) É difícil me comunicar com pessoas da minha família	1	2	3	4	5 6
c) É difícil me comunicar com parentes e amigos	1	2	3	4	5 6
d) É difícil me comunicar com as pessoas que eu conheço, no trabalho ou no comércio, nas lojas, padarias, restaurantes, farmácias	1	2	3	4	5 6
e) É difícil me comunicar com pessoas que não conheço	1	2	3	4	5 6

6. Efeitos nas diferentes situações						
a) É difícil falar com uma ou duas pessoas em casa	1	2	3	4	5	6
b) É difícil falar quando os amigos me visitam	1	2	3	4	5	6
c) É difícil falar ao telefone	1	2	3	4	5	6
d) É difícil falar em um grupo de pessoas que eu não conheço	1	2	3	4	5	6
e) É difícil falar sobre questões emocionais	1	2	3	4	5	6
7. Minhas dificuldades de comunicação prejudicam minhas possibilidades de...						
a) Expressar as necessidades básicas (chamar a atenção, expressar sentimentos, etc)	1	2	3	4	5	6
b) Exercitar meu papel como membro da família como eu gostaria	1	2	3	4	5	6
c) Participar de reuniões sociais com parentes e amigos como eu gostaria	1	2	3	4	5	6
d) Participar no trabalho e em estudos como eu gostaria	1	2	3	4	5	6
e) Expressar minha personalidade como eu gostaria	1	2	3	4	5	6
8. O que você acha que contribui para as mudanças em sua comunicação?						
a) As próprias dificuldades de fala	1	2	3	4	5	6
b) Dificuldades com a linguagem (compreender e expressar idéias e sentimentos)	1	2	3	4	5	6
c) Dificuldade de pensar, lembrar e em concentrar	1	2	3	4	5	6
d) Cansaço	1	2	3	4	5	6
e) Dificuldades físicas	1	2	3	4	5	6
9. Como a minha comunicação está alterada?						
a) Eu me comunico como eu gostaria, mas é difícil	1	2	3	4	5	6
b) Eu me comunico como eu gostaria, mas os outros completam minhas frases e tentam me ajudar	1	2	3	4	5	6
c) Eu tenho que pedir ajuda aos outros para ser capaz de me comunicar como eu gostaria	1	2	3	4	5	6
d) Eu não me comunico como eu gostaria	1	2	3	4	5	6
e) Eu me comunico como eu gostaria, mas não o quanto eu gostaria	1	2	3	4	5	6
10. Como você percebe mudanças e a possibilidade de mudar seu jeito de falar?						
a) Eu acho que minha fala pode mudar	1	2	3	4	5	6
b) Eu falo para os outros que tenho um problema de fala/comunicação	1	2	3	4	5	6
c) Eu repito de outro jeito quando as pessoas não me entendem	1	2	3	4	5	6
d) Eu paro e descanso um pouco, quando noto que não estou sendo compreendido	1	2	3	4	5	6
e) Eu nem falo se acho que vai ser difícil das pessoas me entenderem	1	2	3	4	5	6

ANEXO G – PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DA FALA (PRAINF)

Palavras-alvo do protocolo

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

Apresentação das figuras para nomeação



Fonte: (PORTALETE; FERNANDES; PAGLIARIN, 2018)