

MAYSA TIBÉRIO UBRIG

A influência do feedback auditivo e da reabilitação vocal em indivíduos com surdez pré-lingual após o implante coclear

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Programa de: Otorrinolaringologia

Orientadora: Dra. Maria Valéria Schmidt Goffi Gomez

São Paulo

2018

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

Preparada pela Biblioteca da  
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Ubrig, Maysa Tibério

A influência do feedback auditivo e da  
reabilitação vocal em indivíduos com surdez pré-  
lingual após o implante coclear / Maysa Tibério  
Ubrig. -- São Paulo, 2018.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo.

Programa de Otorrinolaringologia.

Orientadora: Maria Valéria Schmidt Goffi-Gomez.

Descritores: 1.Voz 2.Perda auditiva 3.Implante  
coclear 4.Reabilitação 5.Medida da produção da fala  
6.Adulto

USP/FM/DBD-090/18

Responsável: Kátia Maria Bruno Ferreira - CRB-8/6008

## DEDICATÓRIA

*Aos meus queridos pais, **Roseni e Oswaldo**, que me ensinaram o que é o amor incondicional. Que trilharam comigo e ao meu lado grandes batalhas. Que me ensinaram e me mostram até hoje que o caminho do bem, a fé em Deus e na vida, é o que mais precisamos para seguir adiante.*

*Ao meu querido irmão, **Ricardo**, pela pessoa grandiosa que se tornou e por ter um coração enorme, sempre com palavras de incentivo e de amor. Volto a dizer: Você é o cara!*

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

À minha orientadora **Dra Maria Valéria S. Goffi-Gomez** que confiou no meu potencial desde o ano de 2004 como profissional e pesquisadora. Obrigada por todos os ensinamentos que me passa até hoje, pela orientação cuidadosa e generosa com essa pesquisa, pela disponibilidade e atenção a qualquer hora. Obrigada por ter me proporcionado o estudo da voz do paciente com implante coclear e por trilharmos juntas esse caminho!

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pelo incentivo à pós-graduação e pela concessão de bolsa de estudos para a realização desta pesquisa.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao **Dr. Robinson Koji Tsuji**, pela forma como me recebeu há anos no grupo de Implante Coclear, pelo incentivo no estudo da voz e da fala do deficiente auditivo, pela disponibilidade ao longo desses anos e pelo exemplo profissional e humano. Agradeço pelas sugestões valiosas na etapa da qualificação.

Ao **Prof. Dr. Domingos Hiroshi Tsuji**, pela forma como me recebeu no grupo de Laringologia e Voz, pela atenção constante ao longo dos anos, pelo exemplo profissional e humano, e na disponibilidade de sua equipe com os exames laringológicos dos participantes.

Ao **Dr. Raimar Weber**, pelas sugestões na metodologia, pela disponibilidade com os cálculos estatísticos, por todas as explicações e paciência.

Ao **Dr. Ricardo Ferreira Bento**, professor titular da Disciplina de Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pela competência na condução do grupo de Implante Coclear e ao setor de Otorrinolaringologia do HC-FMUSP.

Ao **Dr. Luiz Ubirajara Sennes**, professor livre-docente da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e coordenador do programa de pós-graduação da otorrinolaringologia, pela dedicação à pós-graduação e aos alunos, estando sempre à disposição para resolver o que for necessário. Por

ter me aberto as portas no programa de pós-graduação da Otorrinolaringologia e por acreditar no meu potencial.

Ao **Dr. Rui Imamura, Dra Adriana Hachiya, Dra Patrícia Santoro e Dr Ronaldo Frizzarini** médicos assistentes doutores do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pelos valiosos ensinamentos no grupo de laringologia e voz e pela amizade.

Às amigas otorrinolaringologistas **Dra Mariana Hausen Pinna, Dra Roberta Garcia e Dra Renata Pilan** pelo interesse e confiança no meu trabalho.

À **Profa Dra Katia Nemr e Dra Márcia Simões Zenari** pelo carinho com que me receberam no programa PAE na disciplina de Fonoaudiologia Hospitalar, pelo incentivo com essa pesquisa no uso do laboratório de voz e pela amizade.

A todas as fonoaudiólogas do grupo de Implante Coclear do HC-FMUSP, em especial: **Dra Ana Tereza de Matos Magalhães, Paola Angélica Samuel, Flávia Bagatini e Dra Ana Cristina Hoshino** por serem uma verdadeira equipe e por todo auxílio nas informações dos pacientes implantados ao longo dessa pesquisa. Obrigada pela torcida, obrigada por tudo!

Às minhas queridas amigas e companheiras da voz: **Dra Márcia Menezes, Maria Gabriela Cunha, e Viviane Barrichelo**. Pelo incentivo, amizade e pela análise perceptivo-auditiva das vozes.

Às queridas **Damaris Calderon e Adriana Pereira dos Santos**, pela dedicação com todos os pacientes do grupo de Implante Coclear e pela valiosa e essencial ajuda na marcação das gravações de voz dos pacientes.

À querida **Marilede** secretária da pós-graduação do programa de otorrinolaringologia da FMUSP, por toda ajuda durante esse processo e em especial na fase final com as burocracias do estágio PAE. Muito obrigada pelo carinho!

À **Luci (Lucivania Lima)** pela ajuda no processo inicial do projeto e por todo carinho nas minhas visitas a sala da secretaria da pós-graduação.

À **Profa Dra Mara Behlau** por me fazer apaixonar pela voz e suas alterações, por toda a sua sabedoria compartilhada ao longo de tantos anos desde a especialização até hoje no grupo RACC (Reciclagem e Atualização Clínica Científica) e por estar à disposição sempre que preciso para todas as dúvidas.

À **Sabrina Cukier-Blaj** pela amizade, pela ajuda fundamental nas dúvidas da análise do Voice Onset Time (VOT), por toda a disponibilidade, pelo incentivo e carinho de sempre!

Às minhas amigas do ambulatório de Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas da FMUSP: **Laura Garcia Vasconcellos, Maria Flávia Bonadia, Carina Muller, Renata Akyama e Rosa Maria Rodrigues** pela amizade de anos, por todo apoio ao longo dessa caminhada, pelo carinho e torcida de sempre.

Às queridas **Dra Isabela Jardim e Eloá Drobina** do Centro de Audiologia da Fundação Otorrinolaringologia - FORL, pelo apoio, incentivo e amizade.

A todos **os médicos fellows** do grupo de Laringologia e Voz pela realização dos exames laringológicos, em especial a **Dra Karen Brandão**.

Ao **Adilson Montefusco** da biblioteca de Otorrinolaringologia por toda e qualquer ajuda na fase final desse processo, pela atenção constante e cuidadosa com as dúvidas, e pela formatação da tese. Obrigada por tudo!

À minha querida prima **Gabriela Ubrig Tonelli** pela disponibilidade com a revisão do português, pelos desabafos na fase final e toda a atenção e carinho com essa pesquisa.

Ao **Robson Ribeiro** pelo companheirismo e pela ajuda com tabelas e gráficos desde a etapa da qualificação e com qualquer outra informação e ajuda da área da informática.

A todos da **família Tibério e Ubrig** que sempre me apoiaram ao longo dessa caminhada com palavras de incentivo e compreendendo as ausências necessárias. Por estarem sempre por perto e na torcida! Em especial: **Carolina Andrade, Diego Ubrig Munhoz, Wanderley Munhoz, Gerti Ubrig (in memorian) e Elza Ubrig**.



Aos meus amados sobrinhos **Nicole** e **Mathias** que trouxeram muita alegria a nossa família com um amor que revigora e que não cabe no peito!

Às minhas grandes amigas **Patrícia Maria Viveiro Dallovo**, **Kellen Kutscher**, **Cláudia Pollonio** e **Byanka Cagnacci Buzo** que dividiram comigo as etapas desse processo, ouvindo meus desabafos e sempre com palavras acolhedoras. Obrigada pela torcida!

Às minhas amigas e parceiras do cotidiano **Daniele Fontes F. Bernardes** e **Cristina Ornelas Peralta** por acompanhar de perto nos últimos dois anos esse árduo processo, dividindo choros e risos. Obrigada pela torcida!

E principalmente, **aos queridos pacientes adultos deficientes auditivos** do grupo de Implante Coclear e **seus familiares**, por participarem desse estudo com prontidão, interesse e disponibilidade. Por acreditarem junto comigo que podemos ir adiante com a terapia fonoaudiológica da voz e da fala, melhorando a comunicação global e a qualidade de vida. Sem a colaboração de vocês nada disso seria possível! Muito obrigada!

## NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

## SUMÁRIO

Lista de siglas, símbolos e abreviaturas

Lista de figuras

Lista de tabelas

Resumo

*Abstract*

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. Objetivos .....	7
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>8</b>
2.1. Implante Coclear, Voz e Fala .....	9
2.2. Produção da Voz e da Fala .....	16
2.3. Voz e fala na deficiência auditiva .....	22
2.4. Técnicas e exercícios vocais .....	27
<b>3. MÉTODOS</b> .....	<b>37</b>
3.1. Casuística .....	38
3.2. Materiais e procedimentos .....	43
3.3. Terapia Fonoaudiológica da Voz e da Fala .....	46
3.3.1. Objetivos gerais do programa terapêutico vocal .....	46
3.3.2. Técnicas vocais utilizadas .....	47
3.3.3. Descrição do Protocolo Terapêutico Vocal .....	50
3.4. Análise Vocal .....	57
3.4.1. Avaliação perceptivo-auditiva .....	57
3.4.2. Análise acústica .....	60
3.5. Análise Estatística .....	64

<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>66</b>
4.1. Avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal e da ressonância .....	68
4.2. Análise acústica da frequência fundamental e de sua variabilidade antes e após a reabilitação vocal específica .....	74
4.3. Análise do Voice Onset Time das consoantes plosivas antes e após a reabilitação vocal específica .....	79
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>82</b>
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>105</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>107</b>
<b>8. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>116</b>

## LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

%	Porcento
[b]	Fonema b
[d]	Fonema d
[g]	Fonema g
[k]	Fonema k
[p]	Fonema p
[t]	Fonema t
+	Mais
<	Menor que
=	Igual
°	Grau
Apud	Citado por
Cap.	Capítulo
CAPE-V	Consenso da Avaliação Perceptivo-Auditiva da Voz
CAPPesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
cm	Centímetro
dB	Decibel
DP	Desvio Padrão
Dr.	Doutor
Ed.	Edição
<i>et al.</i>	E outros
F	Feminino

F0	Frequência Fundamental
F1	Primeiro formante
F2	Segundo formante
F3	Terceiro formante
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
Freq.	Frequência
GG	Grau geral da voz
HC-FMUSP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
Hz	Hertz
I	Instabilidade
IC	Implante Coclear
<i>Jitter</i>	Perturbação da frequência a curto prazo
L	<i>Loudness</i>
LF	Laringo-Faríngea
M	Masculino
mm	Milímetro
ms	Milissegundo
n	Número de pacientes
P	<i>Pitch</i>
p.	Página
P25%	Intervalo percentil de 25%
P75%	Intervalo percentil de 75%
PB	Português brasileiro
R	Rugosidade
S	Soprosidade

<i>Shimmer</i>	Perturbação de amplitude a curto prazo
Suppl	suplemento
T	Tensão
vF0	Variabilidade da frequência fundamental
VOT	<i>Voice Onset Time</i>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Demonstração do conceito da técnica de fonação com o tubo Lax Vox. ....	33
<b>Figura 2</b>	Imagens do trato vocal antes da execução do exercício (à esquerda), durante a fonação no canudo (ao meio) e após o exercício (à direita) .....	35
<b>Figura 3</b>	Exemplo de uma das ilustrações mostradas aos pacientes para explicar sobre a fisiologia da voz e os objetivos da fonoterapia .....	47
<b>Figura 4</b>	Classificação de corte da escala analógico-visual de acordo com a análise perceptivo-auditiva .....	59
<b>Figura 5</b>	Imagem do PRAAT na vogal sustentada [a], excluindo-se o primeiro segundo para cálculo da F0 e sua variabilidade .....	61
<b>Figura 6</b>	Imagem do PRAAT na vogal sustentada [a], excluindo-se o último segundo para cálculo da F0 e sua variabilidade .....	61
<b>Figura 7</b>	Exemplo de extração do VOT do fonema [p] — medida do fim da plosão até o início do segundo formante (F2) .....	63
<b>Figura 8</b>	Exemplo de extração do VOT do fonema [b] — medida do início da sonorização até a plosão .....	63
<b>Figura 9</b>	Apresentação dos resultados da avaliação perceptivo-auditiva a partir da escala analógico-linear (em mm) do Grupo 1 nos momentos 1 e 2 da gravação de voz .....	69
<b>Figura 10</b>	Apresentação dos resultados da avaliação perceptivo-auditiva a partir da escala analógico-linear (em mm) do Grupo 2 nos momentos 1 e 2 da gravação de voz .....	70



<b>Figura 11</b>	Classificação do foco de ressonância apontado na avaliação perceptivo-auditiva dos três juízes em porcentagem, comparando os momentos 1 e 2 do Grupo 1 e do Grupo 2 .....	71
<b>Figura 12</b>	Apresentação dos resultados do escore a partir da escala analógico-linear (em mm) da alteração da ressonância do Grupo 1 e do Grupo 2 nos momento 1 e 2 .....	72
<b>Figura 13</b>	Diferença a partir da escala analógico-linear (em mm) entre as duas análises dos parâmetros vocais da avaliação perceptivo-auditiva intra-juiz 1, 2 e 3 nos 10% das amostras de vozes repetidas .....	73
<b>Figura 14</b>	Resultados da frequência fundamental (F0) do sexo masculino no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2 .....	75
<b>Figura 15</b>	Resultados da variabilidade da frequência fundamental (F0) do sexo masculino no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2..	76
<b>Figura 16</b>	Resultados da frequência fundamental (F0) do sexo feminino no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2 .....	76
<b>Figura 17</b>	Resultados da variabilidade da frequência fundamental (F0) do sexo feminino no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2 ...	77
<b>Figura 18</b>	Resultados da diferença da variabilidade da frequência fundamental (F0) dos sexos feminino e masculino do Grupo 1 e do Grupo 2 quanto aos valores dos momentos 1 e 2 .....	78
<b>Figura 19</b>	Porcentagem dos valores do VOT do fonema /p/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2 .....	79
<b>Figura 20</b>	Porcentagem dos valores do VOT do fonema /b/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2 .....	79

<b>Figura 21</b>	Porcentagem dos valores do VOT do fonema /t/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2 .....	80
<b>Figura 22</b>	Porcentagem dos valores do VOT do fonema /d/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2 .....	80
<b>Figura 23</b>	Porcentagem dos valores do VOT do fonema /k/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2 .....	81
<b>Figura 24</b>	Porcentagem dos valores do VOT do fonema /g/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2 .....	81

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Caracterização geral da amostra: Grupo 1 e Grupo 2 .....	41
<b>Tabela 2</b>	Caracterização da amostra: Grupo 1 e Grupo 2 .....	42
<b>Tabela 3</b>	Caracterização dos dados audiológicos com IC: Grupo 1 e Grupo 2 .....	42
<b>Tabela 4</b>	Mediana e percentil 25-75 do escore a partir da escala analógico-linear (em mm) dos três juízes de cada parâmetro vocal da avaliação perceptivo-auditiva pelo CAPE-V dos Grupos 1 e 2 ...	68
<b>Tabela 5</b>	Média e desvio padrão da diferença a partir da escala analógico-linear (em mm) entre as duas análises dos parâmetros vocais da avaliação perceptivo-auditiva dos três juízes, nos 10% das amostras de vozes repetidas .....	73
<b>Tabela 6</b>	Valores da mediana e p25-75 da frequência fundamental e da variação de frequência a partir da análise acústica do gênero masculino e feminino do Grupo 1 nos momentos 1 e 2 .....	74
<b>Tabela 7</b>	Valores da mediana e p25-75 da frequência fundamental e da variação de frequência a partir da análise acústica do gênero masculino e feminino do Grupo 2 nos momentos 1 e 2 .....	75

## RESUMO

Ubrig MT. *A influência do feedback auditivo e da reabilitação vocal em indivíduos com surdez pré-lingual após o implante coclear* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2018.

**OBJETIVO:** Verificar se ocorrem modificações nos parâmetros vocais perceptivos, acústicos e no *Voice Onset Time* das consoantes plosivas em adultos implantados com deficiência auditiva pré-lingual, após reabilitação vocal específica. **MÉTODO:** Participaram 20 adultos alfabetizados com deficiência auditiva sensorioneural de severa a profunda bilateral pré-lingual implantados tardiamente, com uso fluente de linguagem oral para a comunicação, com idades entre 17 e 48 anos. Todos apresentavam exame laringológico normal e limiares auditivos com implante coclear melhores que 40dBHL. Os indivíduos foram aleatoriamente distribuídos em dois grupos: Grupo 1 (estudo) e Grupo 2 (controle), com 10 pacientes em cada um deles, sendo 5 pacientes do gênero masculino e 5 do gênero feminino, semelhantes na média de idade e no tempo de privação auditiva anterior ao implante coclear. Os pacientes do Grupo 1 foram submetidos a um protocolo de terapia de voz e fala composto por 12 sessões individuais, com a mesma terapeuta, utilizando exercícios vocais e treinamento da produção de consoantes e do *Voice Onset Time* (VOT) com auxílio da espectrografia. O Grupo 2 realizou apenas gravações de voz. Foram realizadas gravações da voz antes e após a participação no protocolo de terapia para o Grupo 1, e após o mesmo período, 3 meses depois, sem qualquer intervenção, para o Grupo 2. Para as sessões de gravações da voz, utilizamos leitura das frases do protocolo CAPE-V, emissão da vogal sustentada /a/ e leitura de frases veículo com as seis plosivas do português brasileiro em posição inicial da palavra. Foi realizada avaliação perceptivo-auditiva das vozes por três juízes, e análise acústica por meio do programa PRAAT. **RESULTADOS:** Observou-se redução

estatisticamente significativa no grau geral da voz, na instabilidade vocal e no grau de alteração da ressonância após a reabilitação vocal no Grupo 1. Foi possível comprovar estatisticamente que os indivíduos do sexo feminino do Grupo 1 se diferenciaram do Grupo 2 nos valores da variabilidade da frequência fundamental (F0). Em relação à análise do VOT, o Grupo 1 apresentou modificação estatisticamente significativa na melhora da produção das consoantes sonoras [b] e [d]. O Grupo 2 não apresentou mudanças significantes em quaisquer dos parâmetros analisados. **CONCLUSÃO:** Após a intervenção vocal, os implantados adultos submetidos à reabilitação vocal apresentaram modificações nos parâmetros perceptivo-auditivos e acústicos, com redução do grau geral da voz, da instabilidade vocal, do grau da alteração da ressonância, dos valores da variabilidade da F0 na emissão da vogal sustentada e do VOT das consoantes sonoras [b] e [d].

**Descritores:** Voz; Perda Auditiva; Implante Coclear; Reabilitação; Medida da Produção da Fala; Adulto.

## ABSTRACT

Ubrig MT. *The influence of auditory feedback and vocal rehabilitation in prelingual deaf individuals post cochlear implant* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2018.

**OBJECTIVE:** To verify changes in the perceptual and acoustic vocal parameters and in the Voice Onset Time of plosive consonants in pre-lingual deaf adults with cochlear implants, after specific vocal rehabilitation.

**METHODS:** 20 literate adults with bilateral severe to profound pre-lingual sensorineural hearing loss participated in the study; individuals were implanted late and were fluent users of oral language. Ages ranged from 17 to 48 years. All individuals presented normal results in laryngoscopy, and hearing thresholds with the cochlear implant better than 40dBHL. Individuals were randomly distributed in two groups: Group 1 (study) and Group 2 (control) both with ten patients, five men and five women, matching mean age and hearing deprivation time before the cochlear implantation. Patients from Group 1 underwent a protocol of vocal and speech therapy including 12 individual sessions with the same therapist, comprising vocal exercises and plosive consonants production training, and the Voice Onset Time (VOT) with the support of the acoustic spectrogram. Group 2 only underwent vocal recordings. The vocal recordings occurred before and after the participation in the therapy protocol for Group 1 and after the same period, three months later without any intervention, for Group 2. The recording sessions used the CAPE-V protocol sentence reading, emission of sustained vowel /a/ and reading of carrier phrases with the six plosive consonants of the Brazilian Portuguese language in the initial position of the word. Auditory-perceptual evaluation of voices was performed by three judges and the acoustical analysis used the PRATT program. **RESULTS:** A statistically significant reduction in the overall vocal degree, in the vocal instability and in the degree of resonance change was observed after vocal

rehabilitation in Group 1. It was possible to statistically evidence that female individuals from Group 1 differed from the ones in Group 2 regarding the modification of variability values of fundamental frequency (F0). Concerning the VOT analysis, Group 1 presented statistically significant improvement in the production of consonants [b] and [d]. Group 2 did not present significant changes in any of the analyzed parameters. **CONCLUSIONS:** The implanted adults submitted to vocal rehabilitation presented changes in the auditory-perceptual and acoustic parameters, with reduction of the overall vocal degree, vocal instability, degree of resonance change, in variability values of F0 in the emission of sustained vowel and in VOT of consonants [b] and [d] after vocal intervention.

**Descriptors:** Voice; Hearing Loss; Cochlear Implantation; Rehabilitation; Speech Production Measurement; Adult.

# 1 Introdução

---



A produção da fala e da voz engloba a participação de quatro fases: respiração, fonação, articulação e ressonância. No entanto, para Zemlin (2000) não podemos falar em produção da fala sem citar o papel do mecanismo do *feedback* auditivo.

Acredita-se que o sistema auditivo seja componente imprescindível para o desenvolvimento e a manutenção da qualidade da voz e da fala. O sistema auditivo oferece dois tipos de controle da produção da fala: *feedback* e *feedforward*. O *feedback* auditivo tem três papéis:

1. Oferecer informações sobre os alvos vocais. É importante para os ajustes de frequência e intensidade, assim como de outros atributos que podem afetar a inteligibilidade da fala.

2. Oferecer informações sobre as condições ambientais que podem afetar a qualidade vocal. É importante para o indivíduo saber se deve articular mais, aumentar o volume ou reduzir a velocidade de fala, de acordo com o contexto.

3. Contribuir para a produção de referências internas para o planejamento motor da produção da fala (*feedforward*). O *feedback* auditivo é essencial para manter a velocidade da fala, permitindo a preparação do trato vocal e de estruturas relacionadas.

O sistema de *feedforward* usa referências internas, já adquiridas previamente, para controlar a voz e a velocidade da fala, sem depender do *feedback* auditivo em tempo real e constante (Selleck e Sataloff, 2015).

O *feedback* auditivo propicia o monitoramento e a calibração da articulação e da produção acústica dos segmentos de fala (Leder e Spitzer, 1990). Esse mesmo recurso faz o monitoramento imediato (enquanto falamos) e tardio (imediatamente após) da produção vocal (Waldstein, 1990).

As alterações de audição podem interferir na construção de ajustes ou no uso adequado dos órgãos envolvidos na produção de fala e voz pela falta de *feedback* auditivo. As alterações vocais encontradas em deficientes auditivos geralmente estão relacionadas à respiração, à fonação e à articulação (Hinderink et al., 1995). Essas alterações podem variar de acordo com o tipo e grau da perda auditiva e com a época de instalação da mesma, se antes ou após o desenvolvimento das vias motoras e sensoriais envolvidas nesses mecanismos.

Bento (2013) refere que a idade da instalação da surdez é muito importante na avaliação dos pacientes candidatos ao implante coclear. Quando o indivíduo apresenta uma surdez congênita ou adquire a surdez nos primeiros anos de vida, antes de alcançar o desenvolvimento da linguagem oral, a surdez é considerada pré-lingual. Se ele adquire a surdez na idade adulta ou quando sua fala e linguagem já estão bem desenvolvidas, a surdez é considerada pós-lingual.

A fala e a voz de indivíduos com surdez pré-lingual têm sido apontadas com alterações mais acentuadas em relação as dos indivíduos com surdez pós-lingual (Hinderink et al., 1995; Evans e Deliyiski, 2007). Os indivíduos com surdez pré-lingual não tiveram experiência auditiva que favorecesse o desenvolvimento de adequada produção da fonação, fonêmica e articulatória. No entanto, indivíduos com surdez pós-lingual foram favorecidos de certa

experiência auditiva e passaram pela maturação do controle neuromuscular da fonação, que envolve o comando dos músculos envolvidos na produção vocal (Hocevar-Boltezar et al., 2005). Os deficientes auditivos pré-linguais que não possuem *feedback* auditivo adequado constroem seus ajustes para o uso dos órgãos envolvidos na produção da voz e da fala com *feedforward* vindo de outras vias que não as auditivas.

O padrão de fala possui relação direta com a articulação e a qualidade vocal, sendo essencial para garantir a inteligibilidade da fala. Pinho (1990) refere, sem fazer distinção entre surdez pré ou pós-lingual, que a articulação tende a ser travada e imprecisa, e a ressonância vocal com foco faríngeo (*cul de sac*), sendo o principal motivo a tensão existente no trato vocal em função da posteriorização e do abaixamento da base de língua.

A restrição ao *feedback* auditivo apresenta impactos negativos na utilização e na produção dos aspectos segmentais da fala e nos parâmetros perceptivos-auditivos e acústicos da voz do deficiente auditivo, tais como: desvios na frequência fundamental (F0), alteração nas frequências dos formantes, variações na intensidade vocal, alterações na ressonância da voz, tempo e duração de fala (Tobey et al., 2003; Lejska, 2004; Selleck e Sataloff, 2015).

Nos indivíduos com surdez, o *feedback* auditivo pode ser proporcionado ou restabelecido por meio do uso de próteses auditivas. Entretanto, crianças ou adultos com perdas auditivas de grau severo ou profundo, muitas vezes não se beneficiam desse recurso. Após uma avaliação criteriosa, esse paciente pode ter indicação para realizar o implante coclear (IC). O IC é um equipamento eletrônico computadorizado que estimula diretamente o nervo auditivo através

de pequenos eletrodos que são colocados dentro da cóclea, assim o nervo pode levar esses sinais para o cérebro (Bento et al., 2004; Bento et al., 2013; Brito, 2014).

Coelho et al. (2012) realizaram uma revisão sistemática de pesquisas relacionadas às características vocais de crianças ou adultos com deficiência auditiva usuários de IC, utilizando 27 publicações relevantes nas literaturas nacional e internacional de acordo com os níveis de evidências empregados pela ASHA em 2004, adaptados do *Scottish Intercollegiate Guideline*. Esse estudo concluiu que todos os trabalhos referiram com unanimidade que o uso do IC traz algum benefício para a produção vocal. No entanto, fatores como as vantagens trazidas pelo IC para a produção vocal, auxiliando na comunicação oral, e como essas vantagens podem beneficiar o processo terapêutico, ainda não são bem descritos. Além disso, observou-se que a qualidade vocal da criança ou do adulto com deficiência auditiva usuário de IC tem sido estudada em pequena escala, e ainda não há um número efetivo de estudos bem delineados, com alto índice de evidências, que demonstrem com precisão os efeitos do IC na qualidade vocal do deficiente auditivo.

O IC traz benefício para a melhora da voz, entretanto, alguns parâmetros vocais podem não ser passíveis de modificação somente por meio do restabelecimento do *feedback* auditivo e da percepção auditiva (Ubrig et al., 2011).

Não encontramos estudos anteriores que abordassem possíveis mudanças no padrão da fala e da voz de deficientes auditivos com uso de IC após reabilitação fonoaudiológica vocal (com uso de técnicas vocais da área da

reabilitação vocal). Por essa razão, os grupos de IC e de Voz do HC-FMUSP se interessaram em estudar tais questões.

Nossa hipótese é que a intervenção terapêutica vocal, com o uso de técnicas vocais direcionadas específicas da área da reabilitação da voz, é necessária para otimizar e melhorar a produção da voz e dos sons de fala dos deficientes auditivos com surdez pré-lingual, mesmo após o restabelecimento do *feedback* auditivo obtido pelo IC.

Optamos por estudar surdos pré-linguais adultos implantados tardiamente, já que as alterações vocais e de fala são mais acentuadas. De acordo com a literatura, crianças surdas implantadas precocemente apresentam qualidade vocal e avaliação acústica da voz satisfatórias ao longo do tempo, com reavaliações longitudinais bem semelhantes às crianças ouvintes (Seifert et al., 2002, Pan et al., 2005, Souza et al., 2012; Jafari et al., 2016, Joy et al., 2017).

## 1.1. Objetivos

O objetivo geral deste estudo é verificar se ocorrem modificações nos parâmetros vocais (perceptivos e acústicos) em indivíduos adultos com deficiência auditiva pré-lingual, após reabilitação vocal específica.

Os objetivos específicos deste estudo são:

- verificar se ocorrem modificações nos parâmetros perceptivo-auditivos que englobam a qualidade vocal e a classificação da ressonância após a intervenção vocal;

- verificar se ocorrem modificações nos valores da frequência fundamental e variabilidade da frequência na produção da vogal sustentada [a];

- verificar se ocorrem modificações no *Voice Onset Time* (VOT) dos fonemas plosivos do português brasileiro após treinamento de fala específico com uso da espectrografia.

## **2 Revisão de Literatura**

---

Este capítulo está dividido em três subitens de acordo com os assuntos que fundamentam a presente pesquisa.

## **2.1. Implante Coclear, Voz e Fala**

Szyfter et al. (1996) realizaram um estudo verificando a análise acústica da voz em cinco pacientes implantados, sendo três adultos com surdez pós-lingual e duas crianças com idades entre 10 e 12 anos com surdez pré-lingual, nas seguintes situações: uma semana e três meses depois do IC. A comparação dos resultados mostrou redução no valor da F0 após o uso do IC em todos os implantados. Os valores de *jitter* e *shimmer* também diminuíram, aproximando-se mais da normalidade. Após a cirurgia também foram notadas diferenças na entonação da voz. Os autores concluíram que a análise acústica da voz de pacientes implantados, especialmente crianças, pode ser uma avaliação objetiva do progresso da fala e da reabilitação auditiva.

Monini et al. (1997) pesquisaram, no controle auditivo da F0, a efetividade do sistema de IC Clarion, a intensidade e a qualidade da voz e o acesso ao *feedback* auditivo na ausência de treinamento vocal, controlando as habilidades perceptuais da fala. Participaram nove pacientes, sendo cinco adultos com surdez pós-lingual, duas crianças com surdez pré-lingual e um adulto e uma criança com surdez peri-lingual. Foram realizadas avaliações



perceptivo-auditiva e acústica da voz, observando-se a entonação, a intensidade, o ataque e a qualidade vocal antes da cirurgia, imediatamente após a primeira sessão de ativação do IC e após cinco semanas da ativação. Os resultados mostraram que a maioria dos pacientes, na condição do IC ativado, teve redução de entonação e nasalidade, e melhor controle da intensidade da voz. Esses achados foram confirmados com significativa redução da F0 em todos os pacientes, e do F1 e F2 da voz em cinco casos. Observou-se também melhor definição dos formantes da voz em todos os casos, tendo ocorrido pela redução do *pitch* quando o IC foi ativado. Os autores concluíram que o IC possibilitou controle auditivo da voz e dos parâmetros articulatórios.

Seifert et al. (2002) referiram que os diferentes sons da fala são formados por meio do sinal de voz e pela forma de sua articulação no trato vocal. Com esse mecanismo, harmônicos e os formantes são gerados para cada vogal. O objetivo desse estudo foi investigar a frequência fundamental (F0) do sinal de voz e os três primeiros formantes (F1, F2 e F3) como um parâmetro da articulação em crianças com surdez pré-lingual. Os autores compararam a voz das crianças com IC com a de crianças com desenvolvimento de fala normal em diferentes momentos. Participaram 20 crianças com IC, com idades entre 3.8 e 10.2 anos. As crianças que tinham sido operadas antes de seu quarto aniversário não apresentaram nenhum desvio significativo na frequência fundamental com relação a seus pares ouvintes da mesma idade e sexo. No entanto, foi documentada diferença significativa em crianças implantadas tardiamente. Os autores concluíram que as crianças com surdez pré-lingual que recebem o IC antes do seu quarto

aniversário adquirem um melhor controle acústico da fala, normalizando as suas frequências fundamentais, com melhores habilidades articulatórias.

Uchanski e Geers (2003) compararam características acústicas da fala de crianças surdas implantadas precocemente (até os 4 anos de idade) com crianças ouvintes. Para tanto, gravaram a fala (sentenças por meio de imitação) de 181 crianças com deficiência auditiva (de 8 a 9 anos) e de 24 crianças com audição normal. As amostras passaram por algumas análises, entre elas: medidas do segundo formante de duas vogais; medidas do VOT dos fonemas [t] — cinco amostras e [d] — quatro amostras em diferentes contextos, porém todos em posição inicial das palavras; nasometria dos fonemas [m] e [n] e medidas da duração para vogais, palavras e sentenças. No cálculo do VOT dos fonemas [t] e [d], se o falante produzisse um fonema com diferente ponto articulatório (exemplo: [s]), os valores de VOT não eram medidos e computados. No entanto, se o falante produzisse qualquer outro fonema plosivo na tentativa de realizar os fonemas alveolares solicitados, o VOT era medido e considerado. O cálculo de VOT considerado como “plosivas boas” foi feito em porcentagem. Como resultados, os autores observaram que 46% das crianças implantadas apresentaram todos os valores de medidas acústicas analisadas próximas aos das crianças ouvintes, com exceção da duração da vogal no início de frases e da duração no decorrer da articulação de sentenças. Quanto ao VOT, das 181 crianças implantadas, 92% das amostras de [t] e [d] foram consideradas como “boas plosivas”.

Pan et al. (2005) estudaram as alterações da frequência fundamental e dos formantes das vogais em indivíduos com surdez pré-lingual com IC para fornecer base e orientação na reabilitação pós-operatória. Para tanto,

dezenove crianças com deficiência auditiva pré-lingual, com idade de implante de 3 a 13 anos, participaram do estudo. As vozes foram analisadas por meio do *software* Vs99, desenvolvido em Pequim Yangchen — corporação tecnológica eletrônica. A frequência fundamental e os formantes foram extraídos da vogal sustentada [a]. Não houve diferença significativa da frequência fundamental entre a faixa etária de 4 anos, comparando-se com os valores de crianças ouvintes. No entanto, encontrou-se diferença significativa da frequência fundamental entre a faixa etária de 10 anos e o grupo normal ( $p < 0,05$ ).

Coelho et al. (2009) referiram que o uso do IC resulta na otimização da percepção de fala e, conseqüentemente, no desenvolvimento da linguagem, da fala e da voz de seus usuários, tendo se mostrado uma das tecnologias mais efetivas e promissoras para remediar a perda auditiva. Entretanto, pouco tinha sido estudado sobre a relação das habilidades auditivas com a voz de crianças implantadas. O objetivo do estudo foi relacionar as habilidades de percepção de fala com as características vocais de crianças usuárias de IC. Para tanto, foram realizadas análises perceptivo-auditiva e acústica da vogal sustentada [a] e da contagem de números. Essas análises foram comparadas a um teste de percepção de fala padronizado que avaliava o reconhecimento de palavras, fonemas e consoantes. Os resultados mostraram que quanto maior o reconhecimento de consoantes, maior a frequência máxima, o desvio padrão da frequência fundamental e a média de intensidade durante a fala encadeada, assim como a média da frequência fundamental na análise da emissão da vogal [a]. Além disso, quanto maior o reconhecimento de consoantes, menor o desvio geral da qualidade vocal e da ressonância. Os autores concluíram que, entre as crianças com IC, as que possuem melhor habilidade de percepção de

sons da fala apresentam menores desvios perceptivo-auditivos na qualidade vocal.

Allegro et al. (2010) avaliaram o período crítico entre o início da perda auditiva neurossensorial e o IC em relação à produção da voz normal em crianças com deficiência auditiva pós-meningite. Foram obtidas medidas acústicas da voz de dez crianças implantadas. As medidas acústicas foram obtidas da vogal sustentada [a], utilizando-se o programa de voz *Multi-Dimensional* do Laboratório *Computerized Speech* (Kay Elemetrics Corp.). Foram calculados os valores de frequência fundamental e de perturbação de frequência e amplitude, e os mesmos foram comparados aos de crianças ouvintes. Os autores verificaram que o controle da perturbação de frequência estava dentro dos limites normais para indivíduos com um período de privação auditiva de menos de quatro meses. Medidas de perturbação de amplitude foram normais em todos os pacientes, exceto naqueles com ossificação da cóclea. Os autores concluíram que o rápido restabelecimento do *feedback* auditivo com o IC, a ausência de ossificação da cóclea, a audição residual após a meningite e a terapia auditiva-verbal foram fatores que contribuíram para a preservação do controle da perturbação de frequência e amplitude nesses pacientes pós-meningite.

Cysneiros et al. (2016) realizaram uma revisão sistemática das publicações científicas que estudam a relação entre produção vocal e percepção auditiva em usuários de IC. Consultaram diversas plataformas e bases de dados para localizarem artigos originais e utilizaram os descritores: voz, implante coclear e percepção auditiva. Não houve restrição quanto ao ano de publicação do artigo. Os resultados encontrados sugeriram a existência de

relação positiva entre produção vocal e percepção auditiva em usuários de IC, assim como indicaram que o tempo de implantação apresenta influência positiva nessa relação. No entanto, concluíram que nenhuma pesquisa encontrada apresentou nível 1 de evidência científica ou recomendação A, existindo ainda uma grande carência de publicações relacionadas ao assunto, com lacuna maior ainda quando se trata da população adulta.

Coelho et al. (2017) verificaram a confiabilidade da classificação das vozes de ouvintes e deficientes auditivos adultos implantados, analisando criticamente os resultados e a metodologia utilizada. Para tanto, 150 amostras de vozes foram utilizadas, sendo 50 de vogais sustentadas, 50 de fala encadeada e 50 de fala espontânea, de 25 adultos ouvintes e 25 implantados. As vozes foram avaliadas perceptivamente por três juízes que utilizaram a escala analógico-visual para analisar os parâmetros de articulação, entonação e ressonância. Os juízes participaram de três sessões de treinamento para calibração do preenchimento das avaliações e tiveram 1 mês para realizar as análises. Para a verificação da confiabilidade intra-juiz, 20% das amostras de vozes foram repetidas de forma randômica. Como resultado, os autores verificaram que as análises entre os três juízes variaram amplamente, e a concordância entre os parâmetros vocais analisados foi de pobre a excelente. O parâmetro vocal em que os juízes mais foram consistentes em suas avaliações foi o *pitch*, com grau de concordância de bom a excelente. Os autores concluíram que fatores como a experiência com a avaliação perceptivo-auditiva, a falta de calibração para o preenchimento do protocolo, as tarefas fonatórias propostas e a familiaridade com a população estudada

contribuíram para a inconsistência dos resultados da confiabilidade entre as avaliações realizadas.

## 2.2. Produção da Voz e da Fala

Os conceitos abaixo serão apresentados para melhor compreensão dos assuntos estudados nesta pesquisa. Para tanto, não será utilizada ordem cronológica a fim de facilitar o entendimento de cada aspecto relacionado à produção da voz e da fala.

O processo de verbalização de um pensamento ou de uma resposta conduz uma sequência de impulsos neurais transmitidos para a musculatura dos mecanismos respiratório, laríngeo e para as estruturas articuladoras. Logo, realiza-se a fonação ao mesmo tempo em que os articuladores produzem ativamente uma sequência significativa de fonemas. Além disso, as mudanças na resistência ao fluxo de ar que ocorrem durante o processo de fonação influenciam, conseqüentemente, o sistema respiratório e a articulação dos sons da fala (Zemlin, 2000).

O sucesso de um ouvinte para compreender a fala depende de processos supraliminares, relacionados aos seguintes fatores: atenção à mensagem, intensidade da mensagem, intensidade do ruído, tipo de material de fala, coarticulação e fatores supra-segmentais, sensação de frequência da voz (“*pitch*”), sensação de intensidade da voz (“*loudness*”), fatores temporais como ritmo e velocidade, qualidade vocal do falante, articulação e pronúncia. A qualidade vocal relaciona-se à impressão total criada por uma voz. Representa a ação conjunta da laringe e do trato vocal modificando o ar expiratório. Para uma qualidade vocal equilibrada, é preciso uma interação adequada entre as

forças aerodinâmicas pulmonares, as forças mioelásticas da laringe e a dinâmica articulatória do falante (Russo e Behlau, 1993; Behlau et al., 2001).

A qualidade vocal também é determinada por aspectos como a frequência fundamental, os harmônicos da voz e a amplitude dos mesmos. Os harmônicos estão relacionados à vibração das pregas vocais, ao tamanho e formato do trato vocal e à tensão e tônus das paredes faríngeas (Pacheco, 2006).

Fazendo uma análise sobre a avaliação da qualidade vocal, Yamazaki et al. (2017b) determinaram em seu estudo os valores de corte do grau de severidade do desvio vocal avaliado pela escala analógico-visual de 100 mm em relação à escala numérica de quatro pontos (0 – ausência de desvio vocal, 1 – alteração leve, 2 – alteração moderada, 3 – alteração severa). Os autores também tiveram o objetivo de determinar os valores dos diferentes graus dos desvios vocais pela escala analógico-visual. Para tanto, 142 amostras de vozes do sexo feminino e 69 do sexo masculino, com idades entre 19 e 60 anos, foram avaliadas por quatro juízes fonoaudiólogos, com repetição de 10% das amostras para determinar a confiabilidade intra-juiz das avaliações. Os valores de corte foram atribuídos para a escala analógico-visual por meio da correlação entre as duas escalas estudadas, utilizando-se a curva de ROC. Baseado no cálculo de sensibilidade, especificidade e eficiência dos valores, os resultados mostraram que os valores de corte para os graus de alteração vocal na escala de 100 mm foram: 35.5, 50.5 e 90.5. Dessa forma, os autores concluíram que valores até 35.5 estão relacionados à variabilidade da normalidade da voz, valores de 35.5 a 50.5 representam desvios de voz de grau leve a moderado,



valores de 50.05 a 90.5 inferem desvios de voz de grau moderado, e valores superiores a 90.5 foram considerados desvios severos de voz.

Os articuladores do trato vocal atuam como fonte de som da região supraglótica e como filtro acústico. As fontes de som na região supraglótica podem ser criadas com as participações do corpo da língua e da lâmina lingual e com os lábios em diversas formas. Essa ação dos articuladores sobre o som produzido e as fontes sonoras laríngeas é filtrada por meio das modificações da forma do trato vocal, produzindo, então, distintos padrões de ressonância. Dependendo do posicionamento dos articuladores, diversos efeitos de ressonância podem ser obtidos. Os focos de ressonância propostos por Pinho (1998) são: foco nasal, foco faríngeo, foco *cul-de-sac* e o foco laringofaríngeo. Cada um dos focos de ressonância se refere à região do trato vocal onde predomina a amplificação da voz. Não é raro encontrar a presença de dois focos simultaneamente, dificultando a distinção entre um e outro (Hanayama et al., 2001).

Na análise acústica da voz, a frequência fundamental (F0) trata-se da frequência do primeiro harmônico, representado pela primeira estria disposta horizontalmente no espectrograma em sua porção inferior (Pinho e Camargo 2001).

Em pesquisa realizada por Behlau (1988a) com emissão de vogal sustentada, o valor médio da F0 obtido para os homens foi 113Hz, e para as mulheres, 208Hz. Posteriormente, Russo e Behlau (1993) referiram que a frequência fundamental para o sexo masculino se apresenta em torno de 105Hz e, para o sexo feminino, em torno de 213Hz.

As vogais são naturalmente mais intensas na sua produção do que as consoantes. Suas faixas de frequências situam-se na melhor região da curva da audibilidade humana, o que privilegia esses sons. A grande concentração de energia acústica das vogais situa-se na faixa de frequências baixas (400 a 500Hz), naturalmente mais intensas do que as frequências altas. No entanto, a inteligibilidade de fala depende mais dos sons consonantais, cuja distribuição de energia é pequena e geralmente alcança frequências superiores a 2.000Hz (Russo e Behlau, 1993).

A característica articulatória de uma consoante oclusiva é o bloqueio momentâneo do trato vocal. Os termos “oclusiva-plosiva” ou apenas “plosiva” são usados para se referir às consoantes /p, t, k, b, d, g/. Para as oclusivas em posição inicial de sílaba, a soltura da oclusão implica em uma mudança do trato vocal da oclusão da consoante em relação à configuração da vogal subsequente. Essa transição é associada a formantes em mudanças, que refletem alterações nas cavidades ressoadoras do trato vocal. Essas mudanças nos formantes da sequência consoante mais vogal são chamadas de transições formânticas (Kent e Read, 2015).

O *Voice Onset Time* (VOT) trata-se do intervalo de tempo entre a soltura da oclusão e o início da sonoridade produzida pelas pregas vocais. É o parâmetro fundamental para o estabelecimento da sonoridade dos fonemas plosivos que precede, coincide ou sucede a liberação da articulação. Do ponto de vista acústico e articulatório, as plosivas são caracterizadas por um intervalo de obstrução dos articuladores seguido por uma soltura repentina da corrente aérea, identificada no espectrograma como um ruído transiente (*burst*). Durante a produção de uma plosiva sonora, observa-se uma pré-sonoridade

anterior à soltura da oclusão, que corresponde à vibração das pregas vocais, não sendo verificado o mesmo nos fonemas surdos. A surdez pode prejudicar a detecção de pistas acústicas importantes na percepção do vozeamento (Melo et al., 2012).

A produção de consoantes plosivas envolve o fechamento completo do trato vocal seguido da soltura (“burst” ou “ruído transiente”), associado a movimentos dos articuladores em relação ao som subsequente, isto é, à transição dos formantes. Nas plosivas vozeadas pode ser detectada energia em baixas frequências — *Voice Onset Time* ou VOT negativo (Behlau et al., 1988b). Nas consoantes oclusivas em que o vozeamento precede a soltura da articulação, chamamos de VOT negativo (-). Por outro lado, quando o início do vozeamento precede a soltura articulatória, chamamos de VOT positivo (+) (Kent e Read, 2015).

Os falantes de uma língua exibem um elaborado sistema de controle temporal, que controla a duração de cada elemento da fala, assim como o encadeamento deles. Para os sons plosivos, um dos parâmetros de grande importância é o VOT, que representa a distância no tempo entre o início de vibração das pregas vocais e a soltura da oclusão supraglótica do som, podendo ser positivo para os sons surdos, e negativo ou zero para os sonoros.

Behlau et al. (1988b) realizou a mensuração desse parâmetro e a avaliação de sua importância na discriminação do traço de sonoridade das plosivas do português brasileiro (PB). Participaram do estudo 60 indivíduos brasileiros ouvintes, nativos da cidade de São Paulo, sendo 40 participantes como falantes da pesquisa e 20 como ouvintes das amostras de fala.

Os principais resultados apontam que a dimensão analítica do VOT mostrou-se satisfatória para diferenciar o traço de sonoridade e apresenta certa especificidade também quanto ao ponto de articulação. A média dos valores das quatro amostras de fala coletadas, dos 40 falantes que participaram, foram: /pa/ = +10,37ms; /b/ = -35,66ms; /t/ = +14,93ms; /d/ = -33,27ms; /k/ = +43,73ms; /g/ = 0,17ms. Os valores de VOT mostraram ampla variação inter-falante e constância intra-falante, sendo que alguns indivíduos fizeram uso sistemático de pré-sonoridade nos sons sonoros (Behlau et al., 1988b).

Os valores de VOT podem ser uma pista para o ponto de articulação da consoante. Consoantes bilabiais possuem valores de VOT mais curtos, incluindo o pré-vozeamento frequente. Consoantes alveolares possuem VOT intermediários, enquanto as velares possuem os valores mais longos. Isso é uma característica universal do VOT e não típica do inglês americano. O VOT frequentemente é suficiente para dar conta no traço de vozeamento quando as consoantes oclusivas estão em posição inicial da sílaba. (Kent e Read, 2015).

### 2.3. Voz e fala na deficiência auditiva

Acredita-se que o sistema auditivo seja essencial para o desenvolvimento e a manutenção da qualidade vocal. Indivíduos com perda auditiva profunda ou surdez total geralmente apresentam uma qualidade vocal limitada, alterações na ressonância e na fala. Selleck e Sataloff (2015) realizaram uma revisão de artigos publicados até novembro de 2013 utilizando diversas bases de dados e incluíram em sua análise apenas artigos relevantes em inglês. Os autores verificaram alterações nos deficientes auditivos em todas as tríades que envolvem o processo de comunicação: respiração, fonação e articulação.

Os estudos sugerem fortemente que esses pacientes têm dificuldade na pressão sub-glótica e na tensão das pregas vocais, o que produz uma redução na velocidade de adução e abdução rápida das pregas vocais. O deficiente auditivo apresenta redução na inteligibilidade de fala também decorrente de uma coordenação pneumofônica articulatória (CPFA) limitada, fazendo com que o indivíduo faça mais pausas durante a emissão. Além disso, a hipernasalidade muitas vezes presente na voz dos deficientes auditivos severos pode ser o resultado da falta de *feedback* auditivo, impactando no fechamento velo-faríngeo (Selleck e Sataloff, 2015).

Pinho (1990) refere que o plano terapêutico da voz do deficiente auditivo precisa ser composto de: treinamento prévio da discriminação auditiva, conscientização da respiração associada à fonação, adequação da postura corporal e dos movimentos dos articuladores (mandíbula, lábios e língua), livre

excursão da laringe no pescoço, uso adequado da intensidade da voz no ambiente, noções de ritmo e velocidade de fala e adequação da ressonância.

Bommarito (2000) verificou em sua pesquisa o efeito de um método de terapia de voz abordando a qualidade vocal e a inteligibilidade de fala de 20 indivíduos na faixa etária de 8 a 28 anos com surdez bilateral de grau severo a profundo, congênita ou adquirida até os 2 anos de idade, que utilizam aparelho de amplificação sonora individual (A.A.S.I.) Realizaram-se 16 sessões de fonoterapia com duração de 60 minutos, sendo trabalhados exercícios vocais nos 30 minutos iniciais e treinamento da voz com jogos computadorizados por meio de apoio visual na segunda metade da terapia. Os resultados mostraram diminuição estatisticamente significativa da frequência fundamental nas situações pré e pós-terapia, da média dos valores de *jitter* e *shimmer*, aumento nos tempos máximos de fonação das vogais prolongadas /a/, /i/, /u/ e dos sons fricativos /s/ e /z/. Além disso, a avaliação perceptivo-auditiva demonstrou melhora no grau geral da voz em 50% dos sujeitos, enquanto a inteligibilidade de fala obteve melhora significativa em 80% após o treinamento vocal.

A possibilidade de avaliar a habilidade de identificar contrastes acústicos dos sons da fala pode contribuir para esclarecer alguns aspectos da complexa relação entre percepção e produção da fala (Barzagui e Madureira, 2005).

“A deficiência de audição afeta a percepção dos sons de fala, uma vez que afeta os limiares de audibilidade e a habilidade de discriminar aspectos espectrais e temporais do sinal acústico, com prejuízo na identificação dos contrastes de fala. O conhecimento das pistas acústicas relacionadas a cada contraste de fala e como essas são afetadas pelas patologias auditivas é objeto de vasta investigação científica” (Barzagui et al., 2007).

Boothroyd (1984) aponta que deficientes auditivos com perda auditiva de moderada à profunda possuem menor acesso a contrastes de fala e pistas espectrais para a identificação de consoantes.

Revoile (1999)\* apud (Barzagui e Madureira, 2005) aponta a possibilidade de sujeitos com deficiência auditiva severa a profunda utilizarem a pista de duração para a identificação do contraste de vozeamento das consoantes sonoras ou vozeadas.

Madureira et al. (2002) estudaram a produção de fala de um sujeito com deficiência auditiva severa e de um sujeito com audição normal, no que se refere ao contraste de vozeamento e ponto de articulação das plosivas do português brasileiro. Considerando os parâmetros acústicos VOT e a duração da consoante, os resultados da análise acústica demonstraram que as plosivas vozeadas foram produzidas pelo falante com deficiência auditiva como não vozeada. Os autores não observaram ocorrência de VOT negativo na produção das plosivas vozeadas nem diferença entre as medidas de duração das consoantes vozeadas e não vozeadas, como ocorreu no falante com audição normal. Em relação ao ponto de articulação, não se observou, para o falante com perda auditiva, diferença significativa entre os valores de VOT das bilabiais e das alveolares, mas sim entre essas e os valores das velares. Já nas produções do sujeito com audição normal, os valores de VOT foram menores para as bilabiais, seguidas das alveolares e das velares.

Barzaghi e Madureira (2005) elaboraram um instrumento de avaliação da percepção auditiva visando a identificação dos contrastes de ponto de articulação e vozeamento das plosivas do português brasileiro por sujeitos com

---

\*Revoile SG. Hearing loss and the audibility of phoneme cues. In: Pickett JM, editor. The acoustics of speech communication. Boston: Allyn and Bacon; 1999. p.289-323.

deficiência de audição. Para tanto, elaboraram um teste baseado num *software* que possibilitava a apresentação de arquivos de áudio e vídeo simultaneamente, e o registro da resposta para cada item. O procedimento foi aplicado inicialmente em 70 crianças sem queixas auditivas. Os resultados nesse grupo indicaram que as crianças avaliadas não apresentaram dificuldades na execução do teste e que os poucos erros ocorridos foram aleatórios para crianças com idade de 7 anos ou mais. O mesmo procedimento foi aplicado em um grupo de sujeitos com perdas auditivas de diferentes graus, e a média dos resultados aponta para uma tendência de maior dificuldade em identificar contrastes de vozeamento e ponto de articulação na medida em que o grau de perda auditiva aumenta, mesmo com a presença de variações individuais entre os sujeitos com o mesmo grau de perda auditiva. Os autores concluíram que o instrumento elaborado pode contribuir para a avaliação da percepção de contraste de fala em indivíduos com alterações auditivas.

Barzaghi et al. (2007) estudaram dois sujeitos com deficiência auditiva de grau moderadamente severo (configuração descendente) e verificaram a produção do contraste de vozeamento de consoantes. Os parâmetros acústicos analisados foram a duração da consoante e o VOT por meio de seis palavras, iniciadas por uma das seis plosivas do português brasileiro, inseridas em frase veículo. Foi realizada análise perceptiva das produções por 120 sujeitos sem queixas auditivas, com resultados de alto índice de acerto. Quanto à análise acústica, verificou-se no sujeito 1, diferenças significativas nas medidas de duração e do VOT entre os pares de consoantes contrastadas pelo vozeamento. Para o sujeito dois da pesquisa, também foram notadas diferenças nos valores de duração de acordo com o contraste de vozeamento,



porém com valores de duração maiores para as consoantes não vozeadas quando comparados aos dos pares vozeados. O VOT apresentou valores positivos para as consoantes não vozeadas.

#### **2.4. Técnicas e exercícios vocais**

Neste item serão abordados conceitos importantes sobre os exercícios de voz usualmente utilizados na clínica vocal e os programas de terapia utilizados nas disfonias. Os conceitos apresentados a seguir embasaram a elaboração e utilização do protocolo de terapia vocal desta pesquisa. Para tanto, não será utilizada ordem cronológica, a fim de facilitar o entendimento de cada conceito abordado.

O treinamento vocal é uma intervenção de caráter comportamental e muscular. O primeiro tem uma abordagem indireta das práticas de higiene vocal, e conhecimento da fisiologia e uso do aparelho fonador. O segundo utiliza técnicas de intervenção que atuam sobre as questões fisiológicas necessárias para melhorar as condições estruturais e funcionais do sistema vocal e incluem a realização de exercícios (Ruotsalainen et al., 2007).

Os exercícios vocais são utilizados como ferramenta para mudanças no padrão vocal, fazendo parte das abordagens diretas do treinamento da voz. É usado na fonoaudiologia nos casos de aprimoramento/ aperfeiçoamento vocal, assim como na reabilitação de vozes alteradas. A atuação fonoaudiológica compreende sessões de terapia estruturadas e tem como objetivo estabelecer ajustes motores necessários à reestruturação do padrão de fonação, utilizando exercícios específicos (Partone et al., 2008).

As ações diretas do treinamento vocal são possíveis mediante a repetição dos exercícios propostos, provocando, ao longo do tempo, mudanças no padrão vocal inicial (Colton e Casper, 1996).

Diversas pesquisas científicas em fonoaudiologia têm procurado estudar cada vez mais a eficácia dos exercícios vocais e seus benefícios na qualidade vocal em indivíduos com voz normal e disfônicos (Menezes et al., 2005; Titze, 2006; Menezes et al., 2011; Cordeiro et al., 2012; Paes et al., 2013; Pimenta et al., 2013, Yamazaki et al., 2017a).

A terapia de voz com trato vocal semiocluído possui uma história antiga na clínica vocal. Exercícios como vibração sonorizada de lábios e língua, sons fricativos e sons nasais são utilizados constantemente nos tratamentos para disfonias, assim como por profissionais da voz, no aquecimento das pregas vocais e na obtenção de melhor desempenho vocal. Nos exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO), há duas fontes de vibração: uma na laringe e outra na parte anterior da cavidade oral, com uso de apenas uma corrente aérea vinda dos pulmões. Para que as vibrações na laringe e na cavidade oral ocorram concomitantemente é necessário o equilíbrio das energias aérea e muscular (Titze, 2006).

Titze (2006) mostrou por meio de simulações computadorizada as interações entre fonte (região da glote) e filtro (região supraglótica). Os ETVSO são benéficos para a voz que aumentam a interação entre fonte e filtro, melhorando a intensidade vocal e a eficiência da voz. Para essa interação ser mais proveitosa e benéfica, alguma impedância é necessária entre a fonte e o filtro. Assim, a proposta da semioclusão inicia-se na frente do trato vocal, sendo mais fácil para o controle e a execução do exercício. Em seu estudo, o autor apresenta um modelo computadorizado que inclui as pregas vocais e um trato vocal que corresponde a um tubo com configurações que se aproximam da geometria humana real. Com esse modelo, simulou a fonação com o trato

vocal aberto e semiocluído. Concluiu que a configuração preferida para minimizar o *output* vocal foi a de trato estreito-amplo (estreito na epilaringe e aberto nos lábios), o que se assemelha a um megafone ou trompete invertido. Essa configuração exige menos sintonia adutora, menor pressão e amplitude de vibração da glote, mantendo a pressão acústica elevada atrás dos lábios.

Durante a execução dos ETVSO, as pregas vocais ficam levemente abduzidas pela ação da pressão retroflexa, ocorrendo redução no impacto de colisão entre as mesmas (Verdolini, 2000; Titze, 2006).

A técnica de sons fricativos usa exercícios com as consoantes fricativas surdas, utilizando uma fonte friccional de forma contínua. O som pode ser prolongado sem alterar a qualidade do mesmo. O treino de uma fricativa sustentada atua em uma série ampla de parâmetros vocais: direção do fluxo aéreo para o ambiente, tempo máximo de emissão, apoio respiratório e controle da intensidade, sem solicitar a fonte glótica (Bloch, 1977)\* apud (Behlau et al., 2005).

A mesma técnica também pode ser realizada utilizando-se de fricativas sonoras /v, z, j/ prolongadas de forma suave. Esse exercício também parece auxiliar na adução glótica e na amplitude vibratória da mucosa das pregas vocais (Pinho, 2001).

Behlau et al (2005) refere que a técnica de sons vibrantes, também chamada de técnica de vibração, é um excelente recurso para facilitar uma emissão normotensa e equilibrada em ressonância. Mesmo em indivíduos sem queixa vocal, a técnica de vibração favorece o fechamento glótico, otimizando a produção vocal. A vibração de lábios e/ ou língua tem como objetivo aumentar

---

\* Bloch P. Você quer falar melhor? 7 ed. Rio de Janeiro: Bloch; 1977.

a mobilização da onda mucosa das pregas vocais, equilibrar a CPFV, reduzir o esforço à fonação e também pode ser utilizada para aquecimento vocal. Nota-se, após a sua realização, facilidade imediata à emissão, com vozes mais estáveis e componentes harmônicos mais ricos.

Essa técnica pode ser utilizada em tom modal (habitual da fala) de forma confortável ou com uso de modulação em escalas ascendentes e descendentes (Colton e Casper, 1996).

Pinho (1998) refere que a vibração da língua concomitante à vibração das pregas vocais causa soltura da musculatura lingual, frequentemente tensa nas disfonias. Além disso, ocorre aumento da amplitude vibratória da mucosa, provavelmente devido a um aumento da adução glótica, do fluxo aéreo e da pressão subglótica. Deve ser realizada em intensidade fraca, porém evitando-se soprosidade, em tom médio, evitando-se lateralização dos lábios em formato de sorriso para não causar tensão nas musculaturas da face e do pescoço.

A vibração de lábios, igualmente utilizada, além de massagear a mucosa das pregas vocais, pode ser mais fácil de ser produzida e auxilia nas percepções vibratórias da face. Também deve ser realizada de maneira confortável (Pinho, 2001).

A técnica do /b/ prolongado foi apresentada pelos finlandeses, inicialmente para ser utilizada no treinamento de cantores líricos. A técnica se mostrou eficiente para alterar a posição vertical da laringe no pescoço e propiciar uma melhor coaptação glótica. A posição vertical mais baixa da laringe aumenta a ressonância e produz maior energia na região aguda do espectro, gerando uma qualidade vocal mais rica em termos acústicos. A emissão após a técnica, especialmente em mulheres, é geralmente mais

estável com frequência mais grave, e usualmente com aumento do tempo máximo de fonação — TMF (Behlau et al., 2005).

Pinho et al. (2014) propõem que estimular o abaixamento da laringe utilizando sucções do ar, simulando a sucção de um “espaguete”, promove a ampliação faríngea e da região supraglótica. Além disso, por meio do exercício do espaguete ocorre o arredondamento labial (os lábios ficam na forma da vogal /u/), a elevação do palato mole e do dorso da língua, o que realiza o abaixamento laríngeo por contração do músculo esternotireóideo.

Behlau (2004b) classificou em categorias as abordagens mais comuns no tratamento fonoaudiológico das disfonias, utilizando a definição de método, sequências ou técnicas. A técnica de sons nasais está categorizada no método de sons facilitadores, juntamente com as técnicas de sons fricativos e de sons vibrantes. O método de sons facilitadores da emissão utiliza sons selecionados que propiciam uma produção vocal mais equilibrada, agindo diretamente na fonte glótica. No entanto, sua ação não é exclusivamente fonatória; no caso de sons nasais, por exemplo, a técnica reduz o impacto entre as pregas vocais e um efeito positivo na ressonância da voz.

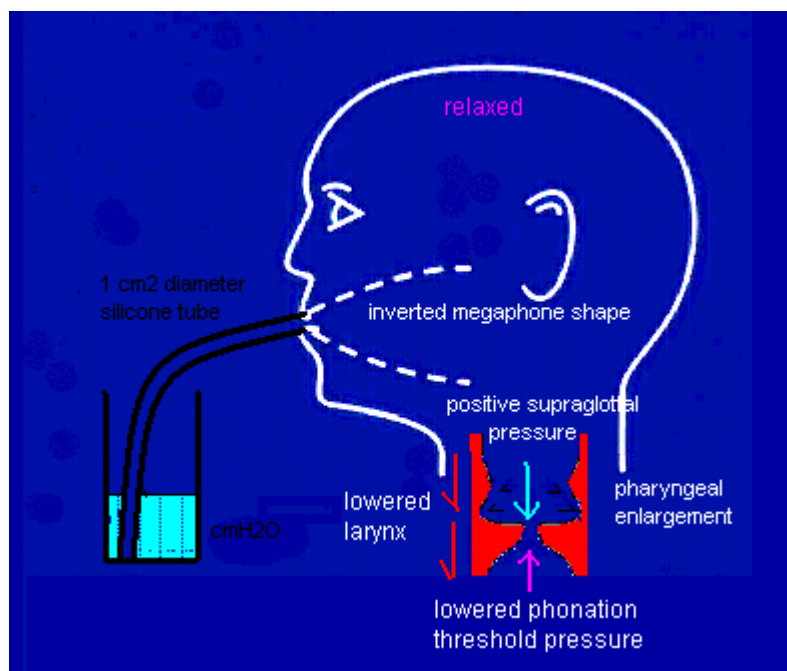
Seguindo o mesmo conceito, há ainda os exercícios de fonação em tubos. A técnica dos tubos finlandeses é uma estratégia de vocalização em tubos de vidro, e faz parte de uma variação dos exercícios de trato vocal semiocluído. A hipótese do exercício é que o alongamento do trato vocal criando uma semioclusão pode melhorar as características vocais. Uma das extremidades fica imersa na água e é solicitado ao paciente que produza som na outra extremidade. Durante a execução da técnica, ocorre o fenômeno de ressonância retroflexa, que causa a expansão da área do trato vocal, enquanto

a coaptação glótica e o fluxo do ar são mantidos, levando a uma produção vocal mais eficiente e econômica, e promovendo conseqüentemente melhor resistência vocal. Esse exercício é indicado no tratamento das disfonias e no condicionamento vocal (Story et al., 2000).

Paes et al. (2013) investigaram os efeitos imediatos do exercício de tubos de ressonância finlandeses em 25 professores (sexo feminino, média de 39 anos de idade) com história de disfonia comportamental há pelo menos 5 anos. O exercício foi executado com o tubo de vidro de 27 cm imerso em 2 cm de água, sendo três séries de 10 emissões da fonação sustentada, com 1 minuto de intervalo entre cada uma das séries. Verificaram que 68% dos sujeitos referiram aumento no conforto fonatório, sendo que 52% deles identificaram melhora na qualidade da voz após a execução do exercício. A análise perceptivo-auditiva demonstrou melhora na qualidade vocal, confirmada pelo decréscimo de: instabilidade na emissão, sub-harmônicos, ruído nas frequências altas do espectro e valores da frequência fundamental. Houve também tendência de redução de ruído nas faixas baixas da análise espectrográfica.

Seguindo a mesma fisiologia de fonação em tubos, resistência na água e os conceitos dos ETVSO, o exercício com o tubo *Lax Vox* foi proposto na Universidade de Tampere. Trata-se de um tubo de silicone com 35 cm de comprimento e 9 mm de diâmetro. Para a execução do exercício, o tubo deve ser introduzido em uma garrafa PET de 500 ml com água, e a ponta do tubo deve ficar abaixo da superfície da água entre 2 a 3 cm. Vocaliza-se a vogal /u/ prolongada, produzindo borbulhas. Quanto mais profundo a inserção do tubo na água, maior a resistência. O exercício do *Lax Vox* tem como objetivo o

condicionamento vocal, a melhora no controle da voz e a diminuição da tensão excessiva (Sihvo, 2007; Tyrmi et al., 2017).



FONTE: <http://voicecenterisrael.org/2016/05/07/lax-vox/>

**Figura 1** — Demonstração do conceito da técnica de fonação com o tubo *Lax Vox*

Por fim, ainda abordando os exercícios que trabalham a relação fonte e filtro e têm o objetivo de aumentar a impedância do trato vocal, temos os exercícios de fonação com canudos ou canudinhos estreitos. Gusman et al. (2013a) pesquisaram possíveis mudanças acústicas imediatamente após a fonação em canudos de plástico (grupo estudo) em relação a emissão da vogal /a/ (grupo controle). Participaram dessa pesquisa 41 professores com disfonia. As vozes foram gravadas e analisadas acusticamente após a execução do



exercício. Os resultados indicaram efeitos acústicos positivos na voz do grupo estudo após a sequência de exercícios com o canudo de plástico.

Gusman et al. (2013b) investigaram o trato vocal e a função glótica durante e após a execução dos exercícios de fonação em tubo de ressonância e em canudinho estreito. Um cantor treinado do sexo masculino foi avaliado por meio de tomografia computadorizada (CT) durante três momentos: produção da vogal /a/ em intensidade confortável e com frequência de voz habitual, execução de fonação em tubo e logo após o exercício, repetindo a vogal sustentada /a/. O mesmo procedimento foi realizado com fonação em canudinho estreito após um intervalo de 15 minutos em silêncio. Medidas anatômicas em relação às distâncias das áreas do trato vocal foram realizadas pela CT, além de avaliações acústicas, perceptuais da voz, eletroglotografia (EGG) e medidas de pressões subglóticas. Os resultados demonstraram que, durante e após a fonação no tubo e no canudinho, ocorreu melhor fechamento do véu palatino, laringe posicionada mais baixa no pescoço e alargamento da região da hipofaringe. Os resultados acústicos demonstraram regiões mais proeminentes no espectro, como formantes de fala e do canto, além de uma voz de melhor qualidade após a execução dos exercícios. Em relação aos resultados obtidos no EGG, observou-se redução do coeficiente de contato das pregas vocais durante a execução de ambos os exercícios, mantendo-se reduzido após os mesmos. Por fim, observou-se aumento na medida da pressão subglótica durante o exercício de fonação no canudinho estreito, mantendo-se elevada no após o exercício. Os autores concluíram que as modificações no trato vocal e na região glótica foram mais acentuadas durante e após a execução do exercício de fonação em canudinhos estreitos.



FONTE: Gusman, et al — Journal of Voice, 2013; 27 (4): 523.e19-523.e34.

**Figura 2** — Imagens do trato vocal antes da execução do exercício (à esquerda), durante a fonação no canudo (ao meio) e após o exercício (à direita). Notam-se modificações evidentes na elevação do véu palatino e na posição mais baixa da laringe no pescoço durante e após a fonação no canudo. A hipofaringe também se mostrou mais ampla durante a execução desse exercício

Diversos programas de terapia vocal foram propostos utilizando exercícios de trato vocal semiocluído, tais como: exercícios de Função Vocal (Stemple et al., 1994); Terapia de Voz Ressoante: Lessac – Madsen (Verdolini, 2000); estudo clínico randomizado dos efeitos de diferentes abordagens terapêuticas para professores (Roy et al., 2003); programa de terapia para estudantes de pedagogia (Simberg et al., 2006); Programa de treinamento vocal para grupo de professores disfônicos (Niebudek-Bogusz et al., 2008); programa de tratamento da disfonia comportamental (Behlau et al., 2013); exercícios de função vocal e uso de amplificador da voz: ensaio clínico randomizado (Teixeira e Behlau, 2015).

Behlau et al. (2013) apresentam um programa global de tratamento da disfonia comportamental baseado em abordagens utilizadas na clínica vocal há mais de duas décadas. O programa intitulado Programa Integral de

Reabilitação Vocal tem uma abordagem eclética e associa trabalho de corpo, CPFA, fonte glótica, ressonância, articulação e atitude comunicativa, além de orientar sobre a redução de hábitos vocais negativos e higiene vocal. O programa proposto sugere intervenção mínima de seis sessões de terapia, que podem ser adaptadas de acordo com o tempo de aprendizado e de desenvolvimento de cada paciente.

## **3 Métodos**

---

Este projeto de pesquisa foi apresentado e aprovado pela comissão de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob o número do parecer: 796.438 em 03/09/2014 (anexo A).

O estudo possui caráter prospectivo e longitudinal.

### **3.1. Casuística**

Participaram deste estudo indivíduos adultos com deficiência auditiva pré-lingual (diagnóstico da deficiência auditiva anterior ao desenvolvimento de linguagem) que receberam implante coclear no grupo de Implante Coclear da Divisão de Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP.

#### Critérios de inclusão dos participantes

- Adultos deficientes auditivos com surdez pré-lingual com perda auditiva sensorineural de severa a profunda e/ ou profunda bilateral, com idade mínima de 17 e máxima de 50 anos. Optamos por estabelecer essa idade mínima com intuito de garantir que o paciente realmente tivesse passado pela muda vocal completa e tivesse laringes mais bem formadas, próximo a fase adulta. A idade máxima de 50 anos teve como

objetivo evitar a possibilidade de casos de presbifonias (alterações vocais pelo envelhecimento da voz).

- Ser implantado e ter realizado a cirurgia de implante coclear com inserção completa dos eletrodos há pelo menos 6 meses, com níveis de estimulação estáveis na programação do dispositivo.
- Apresentar como primeira língua o português brasileiro.
- Fazer uso de linguagem oral para comunicar-se e ser alfabetizado (para coleta adequada das amostras de fala).
- Apresentar limiares auditivos com IC em campo livre melhores que 40 dBHL, para todas as frequências de fala.
- Apresentar alteração da voz e da ressonância em algum grau.
- Não fazer parte de nenhuma terapia fonoaudiológica no momento da participação da pesquisa para não existir influências nos resultados obtidos de padrão de voz e fala.

#### Critérios de exclusão dos participantes

- Lesões nas pregas vocais diagnosticadas por médico otorrinolaringologista por meio de exame de laringoscopia.
- Malformação congênita de laringe.
- Cirurgias de laringe realizadas anteriormente ou uso de traqueostomia.
- Malformações labiopalatais.
- Alterações psiquiátricas e/ ou neurológicas.
- Funcionamento inadequado do processador de fala do IC.

- Adultos que tiveram o diagnóstico da surdez nas fases peri-lingual (durante o desenvolvimento de linguagem e fala) ou pós-lingual (após o desenvolvimento de linguagem e fala).

Para compor a amostra, inicialmente realizamos contato com 30 pacientes implantados do grupo de Implante Coclear do HC-FMUSP seguindo os critérios de seleção. Desses, seis pacientes não puderam comparecer para a primeira gravação de voz, e quatro abandonaram o tratamento fonoaudiológico algumas sessões após iniciarem o protocolo devido a problemas com o trabalho e a disponibilidade de horários para a realização da terapia, assim como dos exercícios em casa.

Por conveniência, a amostra foi então formada por 20 indivíduos adultos implantados do grupo de Implante Coclear do HCFMUSP que preencheram os critérios estabelecidos acima, aceitaram participar do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (anexo B).

Para responder aos objetivos, a amostra foi randomicamente distribuída em dois grupos com 10 pacientes cada, sendo cinco do gênero masculino e cinco do gênero feminino, respectivamente:

- **GRUPO 1: GEV** — Grupo de Treinamento Específico Vocal: deficientes auditivos implantados e reabilitação vocal;
- **GRUPO 2: GFA** — Grupo *Feedback* Auditivo: deficientes auditivos implantados e sem reabilitação vocal.

**Tabela 1** – Caracterização geral da amostra: Grupo 1 e Grupo 2

GRUPO 1				GRUPO 2			
Paciente	Gênero	Etiologia	Ouvido IC	Paciente	Gênero	Etiologia	Ouvido IC
1	M	Desconhecida	bilateral	1	M	Rubéola congênita	bilateral
2	M	Rubéola congênita	direito	2	M	Prematuridade	bilateral
3	M	Desconhecida	bilateral	3	M	Meningite	direito
4	M	Desconhecida	direito	4	M	Desconhecida	bilateral
5	M	Desconhecida	direito	5	M	Desconhecida	bilateral
6	F	Desconhecida	esquerdo	6	F	Desconhecida	direito
7	F	Desconhecida	esquerdo	7	F	Ototoxicidade	esquerdo
8	F	Desconhecida	bilateral	8	F	Desconhecida	bilateral
9	F	Ototoxicidade	direito	9	F	SAVA	direito
10	F	Desconhecida	direito	10	F	Síndrome de Usher	direito

NOTA: SAVA — Síndrome do Aqueduto vestibular alargado



**Tabela 2** – Caracterização da amostra: Grupo 1 e Grupo 2

	GRUPO 1		GRUPO 2		p
	Média	D.P	Média	D.P	
<b>Idade</b>	29,4	5,8	28,3	10,6	0,39
<b>Privação</b>	280,5	97,2	280,7	143,5	0,47
<b>Eletrodos</b>	17,8	4,8	17,0	4,8	0,35
<b>Velocidade</b>	901,3	367,5	1.088,7	411,4	0,18
<b>Freq. Min.</b>	167,8	50,5	148,2	55,4	0,22
<b>Freq. Max.</b>	8.112,8	267,9	8.111,7	380,7	0,49

NOTA: Idade em anos, Privação — tempo em meses, Eletrodos — número de eletrodos ativados, Velocidade — velocidade da estimulação do IC, Freq. Min. — frequência mínima, Freq. Max. — frequência máxima/ faixas de frequências abrangidas pela estimulação do IC, D.P — desvio padrão, p calculado pelo teste T.

**Tabela 3** – Caracterização dos dados audiológicos com IC: Grupo 1 e Grupo 2

	Grupo G1		Grupo 2		p
	Media	D.P	Média	D.P	
<b>250Hz</b>	31,0	9,1	35,0	10,5	0,21
<b>500Hz</b>	30,0	6,2	35,5	9,8	0,13
<b>1kHz</b>	28,5	6,7	33,5	8,8	0,11
<b>2kHz</b>	26,0	5,2	33,5	10,0	0,05
<b>4kHz</b>	30,0	8,9	36,0	11,5	0,13
<b>8kHz</b>	50,0	41,2	63,0	31,3	0,25

NOTA: Hz — Hertz, D.P — desvio padrão, p calculado pelo teste T

### 3.2. Materiais e procedimentos

Os participantes dos dois grupos passaram inicialmente por exame laringológico, anamnese e uma primeira gravação da voz (anexo C).

O exame laringológico foi realizado por um médico otorrinolaringologista do grupo de Laringologia e Voz do HC-FMUSP, com o intuito de analisar a presença de alterações estruturais nas pregas vocais que pudessem justificar possíveis modificações da qualidade vocal.

Todos os participantes de ambos os grupos realizaram sessões de gravação das vozes no Laboratório de Voz do Ambulatório de Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas da FMUSP. As gravações foram feitas em ambiente silencioso diretamente em um computador, em sala com tratamento acústico e com ruído inferior a 50 dB. Para a captação das vozes utilizamos o programa Audacity, placa de som externa USB 5.1 3D (Interface Edirol UA-101 Hi-Speed USB Audio Capture), amplificador interno digital Class B da marca 3D Sound e microfone headset, unidirecional e condensado da marca Karsect, modelo HT-2. O microfone foi posicionado a uma distância de 3 a 5 cm da boca do paciente e a um eixo de 45°. Realizou-se calibração prévia para ajuste do ganho da voz com objetivo de evitar cortes de picos ou sons muito fracos.

Durante as tarefas vocais solicitadas, o paciente permaneceu sentado confortavelmente e o avaliador atento a qualquer indicação de tensão nos ombros que pudesse interferir na produção vocal durante os testes.

Para o Grupo 1, as vozes foram gravadas em dois momentos: antes e após 12 semanas de reabilitação vocal. Para o Grupo 2, as vozes também foram gravadas em dois momentos, com 12 semanas de intervalo.

A coleta das amostras de fala utilizou os seguintes protocolos (Ubrig et al., 2011, Barzaghi e Madureira, 2005, Barzaghi et al., 2007):

1. Vogal sustentada [a]: foram solicitadas três amostras. Os participantes foram orientados a realizar a tarefa vocal em sua intensidade e frequência habitual de fala.
2. Leitura de seis frases do protocolo CAPE-V proposto pela ASHA (2003), adaptadas para o português brasileiro por Behlau (2004a), sendo elas: “Érica tomou suco de pera e amora”, “Sônia sabe sambar sozinha”, “Olha lá o avião azul”, “Agora é hora de acabar”, “Minha mãe namorou um anjo”, “Papai trouxe pipoca quente”.
3. Leitura de frases veículos para análise do VOT:

As frases seguem o padrão CVCV (consoante-vogal, consoante-vogal), em que a consoante inicial corresponde a uma das seis plosivas do PB seguidas da terminação /ata/, formando pares mínimos. As palavras pata, tata, cata, bata, data e gata foram inseridas na frase veículo: “Diga\_\_\_\_\_baixinho”. Para garantir o contexto vogal-consoante, a vogal /a/ se repete na posição tônica e pós-tônica.

Foram solicitadas três amostras de cada frase, contendo as seis consoantes plosivas do PB, para verificar a discriminação dos contrastes de ponto de articulação e o vozeamento das consoantes plosivas do PB.

Foi realizado um treino prévio com os pacientes antes da gravação para confirmar o entendimento da tarefa fonatória.

- Diga pata baixinho
- Diga bata baixinho
- Diga tata baixinho
- Diga data baixinho
- Diga cata baixinho
- Diga gata baixinho

As amostras de fala gravadas foram editadas e analisadas por meio de avaliação perceptivo-auditiva de três juízes especialistas em voz e análise acústica, utilizando-se o *software Praat (version 5.0.47)*. O procedimento das análises será detalhado ainda neste capítulo.

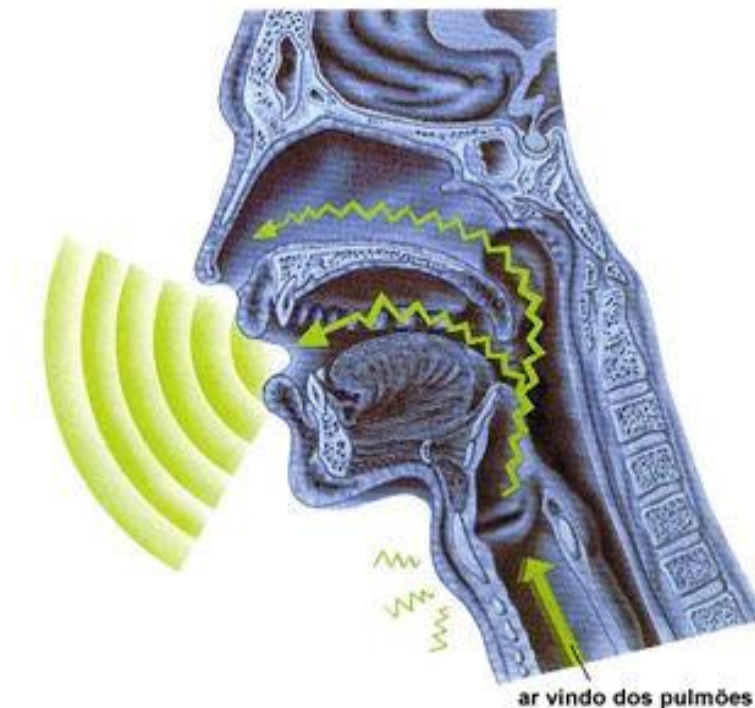
### 3.3. Terapia Fonoaudiológica da Voz e da Fala

Os indivíduos do Grupo 1 participaram do protocolo de terapia vocal composto por 12 sessões. As sessões terapêuticas foram realizadas semanalmente, com duração de 50 minutos, pela mesma terapeuta. Os pacientes foram orientados a realizar em casa, duas vezes ao dia os exercícios treinados e aprendidos na terapia.

#### 3.3.1. Objetivos gerais do programa terapêutico vocal

- Aprimoramento da habilidade de autopercepção da produção da própria voz;
- controle da *loudness*;
- controle do *pitch*;
- melhor coordenação pneumo-fonoarticulatória (CPFA) durante a produção da voz e da fala;
- melhorar a produção global da voz;
- redução da tensão vocal, quando presente;
- ajuste do foco de ressonância;
- produção adequada dos fonemas plosivos [p], [b], [t], [d], [k], [g] com ênfase em ponto e modo articulatorio;

- maximização do padrão articulatório quanto à amplitude dos movimentos das estruturas orais, visando melhor projeção vocal.



FONTE: [http://www.dgsotorrinolaringologia.med.br/APOST\\_LARINGE.html](http://www.dgsotorrinolaringologia.med.br/APOST_LARINGE.html)

**Figura 3** — Exemplo de uma das ilustrações mostradas aos pacientes para explicar sobre a fisiologia da voz e os objetivos da fonoterapia

### 3.3.2. Técnicas vocais utilizadas

Foram utilizados exercícios convencionalmente praticados na clínica vocal para treinamento de diversos parâmetros vocais e para favorecer uma melhor qualidade da voz possível (Pinho, 2001; Behlau, 2004b; Behlau, 2005;

Titze, 2006; Shivo, 2007; Guzman et al., 2013 a; Guzman et al., 2013b; Pinho, 2014). As técnicas vocais abordaram aspectos relacionados a uma produção da voz mais eficiente, conforme descritas abaixo:

- Exercícios de CPFA com respiração abdominal e/ ou costo-diafragmática e melhor utilização de fluxo aéreo: respiração abdominal inspirando pelo nariz e expirando pela boca e emissão de fricativas surdas e sonoras.
- Exercícios de abaixamento de laringe para melhor ajuste da voz no trato vocal e firmeza glótica: sucção de ar abaixando a laringe (“espaguete”) e B prolongado (B + vogal [ã] “bã”).
- Exercício de fonação em canudos de diferentes diâmetros e resistências com emissão da vogal /u/ e sopro concomitante (uso de canudo de refrigerante e canudinho estreito mais rígido).
- Exercícios vibratórios:
  - vibração de lábios e/ ou língua em tom modal e com glissando ascendente e descendente para soltura da musculatura laríngea, da língua e mobilização da onda mucosa.
- Exercício de fonação no tubo *Lax Vox*, com emissão da vogal /u/, no qual o tubo está posicionado a um ângulo de 90° nos lábios e em uma garrafa com capacidade de 500 ml com 10 cm de água. O tubo deve ser imerso de 2 a 3 cm na água.
- Sons nasais isolados, sons nasais associados a vogais e sons nasais associados a palavras para relaxamento da língua, do véu palatino e da região faríngea.
- Treinamento dos fonemas plosivos utilizando-se de pistas auditivas, táteis-sinestésicas e visuais. Para tanto, utilizamos o programa de

análise acústica (*software* Fono View — CTS informática) com uso de espectrograma durante o treino para melhor visualização e percepção da barra de sonoridade das plosivas sonoras e da produção fonêmica em geral.

As técnicas vocais utilizadas em cada sessão de fonoterapia encontram-se descritas detalhadamente no próximo item. Os exercícios vocais foram ensinados e praticados em terapia e os pacientes foram orientados a realizá-los diariamente em casa, duas vezes ao dia, para obtenção de melhores resultados.



### 3.3.3. Descrição do Protocolo Terapêutico Vocal

#### 1ª sessão

- Introdução sobre os objetivos da terapia.
- Explicação da fisiologia da voz — uso de figuras.
- Percepção da produção da própria voz utilizando as gravações iniciais do paciente.
- Treinamento da respiração: inspiração pelo nariz com uso abdominal e/ ou com expansão costo-diafragmática e direcionamento de fluxo aéreo com sopro na expiração (10 vezes).
- Inspiração pelo nariz com uso abdominal e/ ou com expansão costo-diafragmática e direcionamento de fluxo aéreo com fricativa dessonorizada [s] ou [ʃ] (fonema utilizado de acordo com a facilidade do paciente frente à tarefa) (10 vezes).
- Indicação para realizar os mesmos exercícios em casa (duas vezes ao dia).

#### 2ª sessão

- Inspiração pelo nariz com uso abdominal e/ ou com expansão costo-diafragmática e direcionamento de fluxo aéreo com sopro na expiração (10 vezes).
- Inspiração pelo nariz com uso abdominal e/ ou com expansão costo-diafragmática e direcionamento de fluxo aéreo com fricativa dessonorizada [s] ou [ʃ] (10 vezes).

- Inspiração pelo nariz com uso abdominal e/ ou com expansão costodiafragmática e direcionamento de fluxo aéreo com fricativa sonora [z] ou [v] (10 vezes).
- Fonação no canudo de refrigerante com emissão da vogal [u] e sopro concomitante (1 minuto).
- Indicação para realizar os mesmos exercícios em casa (duas vezes ao dia).

### **3ª sessão**

- Inspiração pelo nariz com uso abdominal e/ ou com expansão costodiafragmática e direcionamento de fluxo aéreo com fricativa sonora [z] ou [v] (10 vezes).
- Exercício de sucção de ar sustentando por 5 segundos para abaixando da laringe “espaguete” (15 vezes).
- Fonação no canudo de refrigerante com emissão da vogal [u] e sopro concomitante (1 minuto).
- Aprendendo a variar a melodia: treino da emissão da vogal [u] com variação melódica, de grave a agudo, retornando a grave (1 minuto).
- Indicação para realizar os mesmos exercícios em casa (duas vezes ao dia).

### **4ª sessão**

- Exercício de sucção de ar sustentando por 5 segundos para abaixando da laringe “espaguete” (15 vezes).
- Fonação no canudo de refrigerante com emissão da vogal [u] e sopro concomitante (2 minutos).
- [b] prolongado “bã” (20 vezes).

- Fonação no tubo *Lax Vox com* emissão da vogal [u] em tom modal e sopro concomitante (1 minuto).
- Vibração de lábios ou de língua (dependendo da técnica que o paciente tiver maior facilidade em executar) em tom modal (1 minuto).
- Aprendendo a variar a melodia: treino da emissão da vogal [u] com variação melódica, de grave a agudo, retornando a grave (1 minuto).
- Indicação para realizar os mesmos exercícios em casa (duas vezes ao dia).

### 5ª sessão

- [b] prolongado “bã” (20 vezes).
- Fonação no tubo *Lax Vox com* emissão da vogal [u] em tom modal e sopro concomitante (2 minutos).
- Fonação no canudo de refrigerante com emissão da vogal [u] e sopro concomitante com variação melódica (1 minuto).
- Conscientização do ponto e do modo articulatório dos fonemas plosivos dessonorizados e sonorizados. Utilizando desenhos do ponto articulatório, pistas sinestésicas e imagens dos fonemas no espectrograma (Fono View — CTS).
- Exercício de sucção de ar sustentando por 5 segundos para abaixando da laringe “espaguete”(15 vezes).
- Vibração de lábios ou de língua (dependendo da técnica que o paciente tiver maior facilidade em executar) em tom modal (2 minutos).
- Treinamento da produção dos fonemas [p] e [b] com vogais utilizando recursos auditivos, táteis e visuais (uso de espectrograma).
- Indicação para realizar os mesmos exercícios em casa (duas vezes ao dia).

**6ª sessão**

- Fonação no tubo *Lax Vox* com emissão da vogal [u] em tom modal e sopro concomitante (2 minutos).
- Fonação no tubo *Lax Vox* com emissão da vogal [u] com variação melódica e sopro concomitante (1 minuto).
- Treinamento da produção dos fonemas [p] e [b] na posição inicial (uso de listas de palavras e imagem do espectrograma).
- Vibração de lábios ou língua (dependendo da técnica que o paciente tiver maior facilidade em executar) em tom modal (2 minutos).
- Vibração de lábios ou língua (dependendo da técnica que o paciente tiver maior facilidade em executar) variando a frequência do som, de grave a agudo, retornando a grave (1 minuto).
- Indicação para realizar os mesmos exercícios em casa (duas vezes ao dia).

**7ª sessão**

- Fonação no tubo *Lax Vox* com emissão da vogal [u] em tom modal e sopro concomitante (2 minutos).
- Fonação no tubo *Lax Vox* com emissão da vogal [u] com variação melódica e sopro concomitante (1 minuto).
- Treinamento da produção dos fonemas [p] e [b] na posição medial e final (uso de listas de palavras e imagem do espectrograma).
- Som nasal [m] em tom modal (1 minuto).
- Treinamento da produção dos fonemas [t] e [d] com vogais com o uso de recursos auditivos, táteis e visuais (utilizando imagem do espectrograma).

- Indicação para realizar os mesmos exercícios em casa (duas vezes ao dia).

#### **8ª sessão:**

- Fonação em canudinho estreito com emissão da vogal [u] e sopro concomitante (1 minuto).
- Vibração de lábios ou língua (dependendo da técnica que o paciente tiver maior facilidade em executar) variando a frequência do som, de grave a agudo, retornando a grave (2 minutos).
- Som nasal [m] com vogais sentindo a vibração nasal (5 repetições da sequência).
- Treinamento articulatorio de palavras com os fonemas [t] e [d] na posição inicial (uso de listas de palavras e imagem do espectrograma).
- Treinamento da produção dos fonemas [k] e [g] com vogais com o uso de recursos auditivos, táteis e visuais (utilizado espectrograma).
- Indicação para realizar os mesmos exercícios em casa (duas vezes ao dia).

#### **9ª sessão**

- Fonação em canudinho estreito com emissão da vogal [u] e sopro concomitante (1 minuto).
- Vibração de lábios ou língua (dependendo da técnica que o paciente tiver maior facilidade em executar) variando a frequência do som, grave a agudo, retornando a grave (1 minuto).
- Som nasal [m] com palavras que se iniciam com esse fonema (sentir a vibração na face).

- Treinamento articulatorio de palavras com os fonemas [t] e [d] na posição medial e final (lista de palavras e imagem do espectrograma).
- Treinamento da produção dos fonemas [k] e [g] com vogais com o uso de recursos auditivos, táteis e visuais (utilizado espectrograma),
- Indicação para realizar os mesmos exercícios em casa (duas vezes ao dia).

### **10ª sessão**

- Fonação em canudinho estreito com emissão da vogal [u] e sopro concomitante (2 minutos).
- Fonação em canudinho estreito com emissão da vogal [u] com variação melódica e sopro concomitante (1 minuto).
- Leitura de texto com som nasal [m], [n] e [nh] em diversas posições, estimulando o foco ressonantal na face de forma equilibrada.
- Treinamento articulatorio dos fonemas [k] e [g] com palavras na posição inicial (lista de palavras e imagem do espectrograma associado).
- Indicação para realizar os mesmos exercícios em casa (duas vezes ao dia).

### **11ª sessão:**

- Fonação em canudinho estreito com emissão da vogal [u] e sopro concomitante (2 minutos).
- Fonação em canudinho estreito com emissão da vogal [u] com variação melódica e sopro concomitante (1 minuto).
- Leitura de texto com som nasal [m], [n] e [nh] em diversas posições, estimulando o foco ressonantal na face de forma equilibrada.

- Leitura de texto estimulando maximizar a articulação e a projeção vocal.
- Treinamento articulatorio dos fonemas [k] e [g] com palavras na posição medial e final (lista de palavras e imagem do espectrograma associado).
- Indicação para realizar os mesmos exercícios em casa (duas vezes ao dia).

**12ª sessão:**

- Fonação em canudinho estreito com emissão da vogal [u] e sopro concomitante (2 minutos).
- Fonação em canudinho estreito com emissão da vogal [u] com variação melódica e sopro concomitante (1 minuto).
- Treinamento articulatorio dos fonemas [p], [b], [t], [d], [k], [g] em posições iniciais, mediais e finais das palavras com leitura de texto.
- Leitura de texto focando o ajuste vocal melhor produzido e a emissão dos fonemas trabalhados (estimular a projeção vocal).
- Voltar à atenção para os mesmos aspectos citados acima na fala espontânea.

### 3.4. Análise Vocal

#### 3.4.1. Avaliação perceptivo-auditiva

A avaliação perceptivo-auditiva das vozes gravadas foi realizada por meio do julgamento de três avaliadores especialistas em voz (juízes), sendo utilizado o protocolo de avaliação CAPE-V (anexo C). Os avaliadores passaram por um treino antes da análise das vozes para melhor familiarização e preenchimento do protocolo CAPE-V.

O CAPE-V avalia seis parâmetros vocais pré-determinados, com possibilidade de inclusão de dois adicionais, em três tarefas fonatórias: vogais sustentadas, frases balanceadas foneticamente e conversação espontânea. Para assinalar o grau do desvio observado, utiliza-se uma escala analógico-linear, com 10 cm de extensão (de 0 a 100 mm), na qual deve ser registrada a avaliação específica de cada parâmetro.

Os seis parâmetros perceptivos-auditivos da voz para avaliação no protocolo CAPE-V são: (a) *Overall Severity* — Grau de severidade global (impressão global da alteração vocal), (b) *Roughness* — Rugosidade (irregularidade na fonte sonora), (c) *Breathiness* — Soprosidade (escape de ar audível na voz), (d) *Strain* – Tensão (esforço vocal excessivo), (e) *Pitch* — *Pitch* (correlação perceptiva da frequência fundamental, determinando se está adequada ao sexo, idade e cultura do indivíduo), (f) *Loudness* — *Loudness*



(correlação perceptiva da intensidade do som, determinando se está adequada ao sexo, idade e cultura do indivíduo).

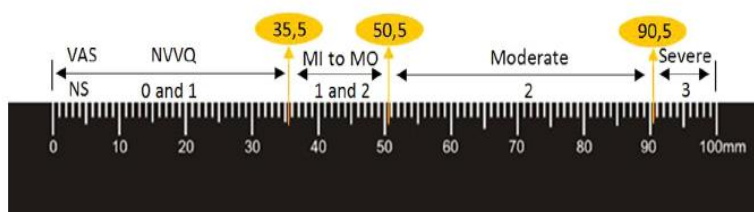
Além desses seis parâmetros selecionados, o avaliador pode marcar até dois parâmetros extras quando considerar necessário, tais como: diplofonia, som basal, falsete, astenia, afonia, instabilidade de frequência, tremor, qualidade vocal molhada e outros relevantes. Finalmente, o avaliador realiza observações quanto à ressonância vocal, no item específico, avaliando e classificando a mesma. O clínico deve ainda indicar se a alteração assinalada é consistente (C) ou intermitente (I), circulando a respectiva letra impressa na folha de respostas. Quando um parâmetro é avaliado como consistente, indica que ele esteve presente durante todas as tarefas da fala, já o intermitente indica presença assistemática do desvio (ASHA, 2003; Behlau, 2004a).

Na avaliação dos juízes quanto ao foco à ressonância mais evidenciada durante as tarefas fonatórias do protocolo CAPE-V, solicitou-se que fosse classificada entre as seguintes opções: hipernasal, hiponasal, *cul-de-sac*, laringo-faríngea ou equilibrada. Além disso, a fim de calcular um escore do grau da alteração da ressonância, solicitou-se que o juiz marcasse também em uma linha de 100 mm (escala analógico-visual), ao final do protocolo da avaliação perceptivo-auditiva por meio do CAPE-V, o quanto o foco de ressonância estava alterado em cada paciente, em ambos os momentos de gravação.

Para a análise das vozes, as tarefas fonatórias gravadas dos dois grupos, nos dois momentos de avaliação, foram editadas em um único CD de maneira randômica. Foram apenas separadas as vozes do gênero masculino e feminino na apresentação do CD a fim de facilitar a análise vocal, dando

melhor parâmetro quanto às diferenças das frequências entre ambos os gêneros. Dessa forma, os juízes receberam 40 gravações (20 do Grupo 1 e 20 do Grupo 2), totalizando 120 “tracks”/ amostras de fala, já que cada paciente, em cada momento (1 e 2), realizou a gravação de três tarefas de fala: vogal sustentada /a/, frases do CAPE-V e frases veículos com as consoantes plosivas. As amostras de fala do gênero masculino referentes aos momentos 1 e 2 foram editadas e apresentadas aleatoriamente. O mesmo ocorreu em seguida com as vozes do gênero feminino. Na edição do CD, 10% das amostras de fala foram repetidas (alguns pacientes apresentados duas vezes, com numerações diferentes), a fim de verificar a confiabilidade intra-juizes.

Para a análise da qualidade vocal e do grau do desvio da voz quanto a sua impressão global, consideramos os valores atribuídos por Yamazaki et al. (2017b). Os autores concluíram que valores até 35.5 está relacionado à variabilidade da normalidade da voz; valores de 35.5 a 50.5 representam desvios de voz de grau leve a moderado; valores de 50.05 a 90.5 inferem desvios de voz de grau moderado; e valores superiores a 90.5 foram considerados desvios severos de voz (figura 4).



FONTE: Yamazaki et al. J Voice, 2017b. 31(1): 67–71.

**Figura 4** — Classificação de corte da escala analógico-visual de acordo com a análise perceptivo-auditiva

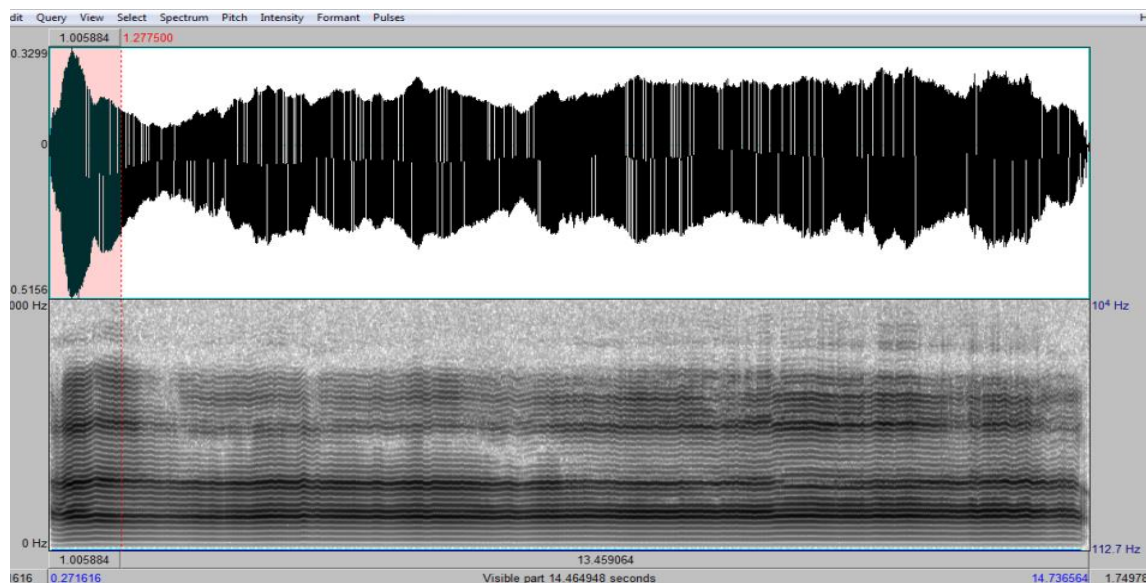
Legenda: MI/ Mild — desvio leve; MO/ Moderate — desvio moderado; Severe — severo; NS — escala numérica; NVVQ — variabilidade da qualidade vocal normal; VAS — escala analógico-visual.

### 3.4.2. Análise acústica

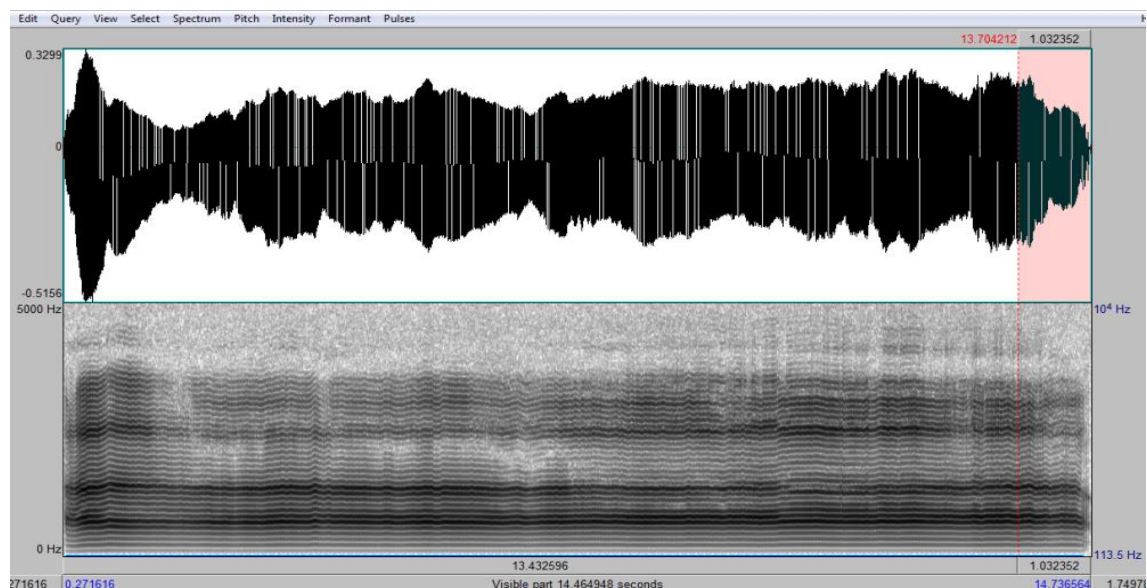
Para a análise acústica, utilizamos o *software PRAAT (version 5.0.47)* para extração da frequência fundamental (F0), frequência mínima e máxima, a fim de calcular a variabilidade da F0 durante a prova de vogal sustentada [a].

A extração das medidas acústicas acima foi realizada de acordo com os seguintes critérios:

- Para a extração do valor de F0, frequência mínima e máxima para cálculo da variabilidade da F0 das três amostras da vogal sustentada [a], foram excluídos os primeiros e últimos segundos das emissões vocais, a fim de utilizarmos a parte mais estável da emissão (no primeiro segundo, pode estar presente ataque vocal brusco e, no último segundo, uso de ar residual, podendo ocorrer alteração nos valores). As figuras 5 e 6 exemplificam o procedimento.



**Figura 5** — Imagem do *PRAAT* na vogal sustentada [a], excluindo-se o primeiro segundo para cálculo da F0 e sua variabilidade

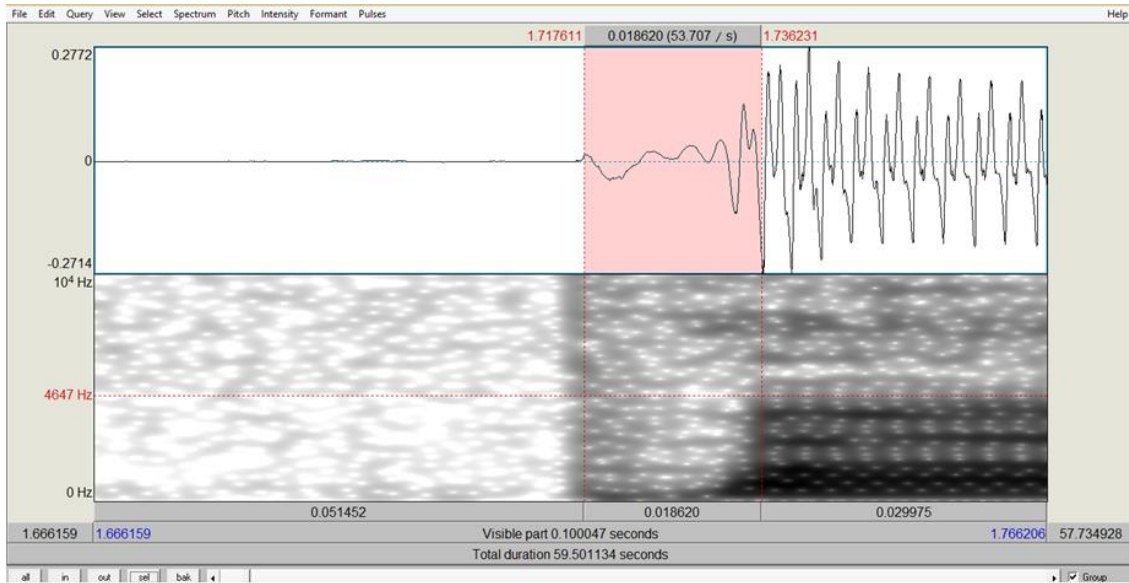


**Figura 6** — Imagem do *PRAAT* na vogal sustentada [a], excluindo-se o último segundo para cálculo da F0 e sua variabilidade

As amostras de fala coletadas para a extração do VOT também foram analisadas por meio do *software PRAAT (version 5.0.47)*. As medidas do VOT foram extraídas em milissegundos (ms) das consoantes [p], [b], [t], [d], [k], [g],

baseando-se também em três amostras de fala de cada fonema emitidas no teste das frases veículos. Por meio das imagens espectrográficas da emissão, classificou-se o VOT como (+) ou (-), sendo considerado (+) quando não aconteceu produção de barra de sonoridade, e (-) com a presença no espectrograma da barra de sonoridade antecedendo a plosão da consoante. Dessa forma, as consoantes plosivas surdas, quando produzidas corretamente (+), foram classificadas como adequadas, ocorrendo a mesma classificação quando as consoantes plosivas sonoras foram produzidas corretamente (-). Por outro lado, as consoantes plosivas surdas, quando produzidas erroneamente pelo falante, utilizando de forma inapropriada de barra de sonoridade prévia (-), foram classificadas como inadequadas, ocorrendo a mesma classificação para as consoantes plosivas sonoras produzidas erroneamente pelo falante, isto é, sem barra de sonoridade prévia a plosão (+). As figuras 7 e 8 exemplificam o procedimento.

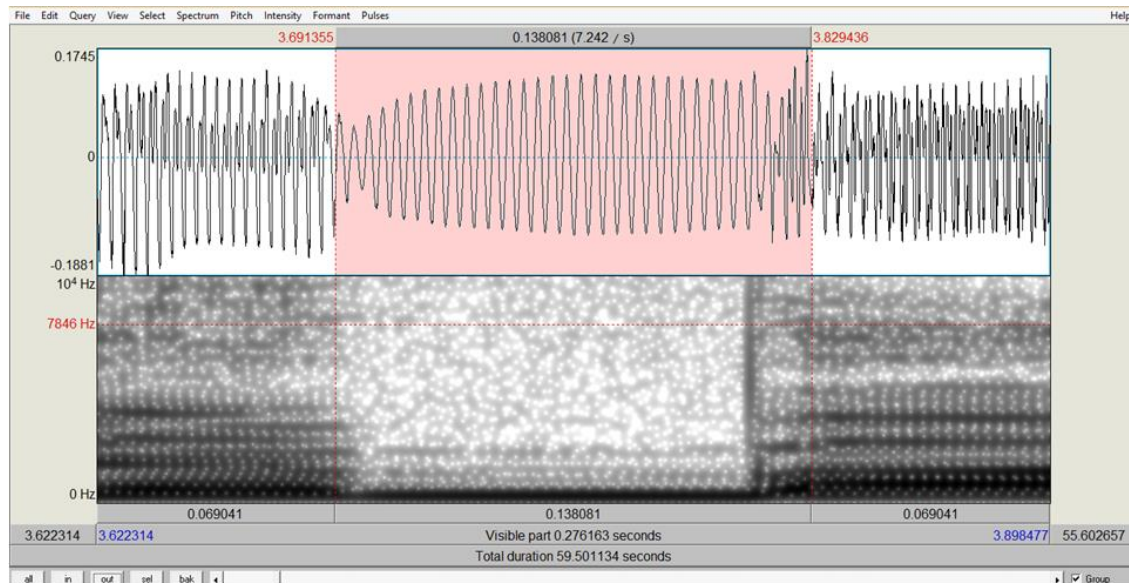
Exemplo: “Diga pata baixinho”.



P (+) 18 ms

**Figura 7** — Exemplo de extração do VOT do fonema [p] — medida do fim da plosão até o início do segundo formante (F2)

Exemplo: “Diga bata baixinho”.



B (-) 138 ms

**Figura 8** — Exemplo de extração do VOT do fonema [b] — medida do início da sonorização até a plosão

### 3.5. Análise Estatística

Os dados coletados foram armazenados e analisados utilizando-se o *software IBM Statistical Package for Social Sciences (SPSS)*, versão 05-2017 para Mac OS. As distribuições dos dados perceptivo-auditivos, bem como as medidas acústicas, foram testadas para a normalidade por meio do teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Nos casos em que não aconteceu distribuição normal, foram utilizados os testes não paramétricos.

Os resultados dos parâmetros perceptivo-auditivos do protocolo CAPE-V e da emissão da vogal sustentada /a/ foram comparados, entre momentos 1 e 2 para ambos os grupos (Grupo 1 e Grupo 2), utilizando-se o teste não paramétrico dos postos sinalizados de Wilcoxon para amostras relacionadas.

Para a análise da classificação da ressonância dos três juízes nos momentos 1 e 2 para ambos os grupos (Grupo 1 e Grupo 2), utilizou-se o teste do Qui-quadrado.

Para a análise do VOT entre os momentos 1 e 2 para ambos os grupos (Grupo 1 e Grupo 2), foram consideradas as três amostras de cada consoante produzidas por cada paciente. Dessa forma, cada um dos 10 pacientes de cada grupo contribuiu com três amostras em cada um dos momentos 1 e 2 (totalizando 30 amostras de cada consoante, em cada momento). Cada amostra do VOT foi classificada como adequada ou inadequada conforme descrito anteriormente, e as prevalências de amostras adequadas foram comparadas entre os grupos e entre os momentos por meio do teste do Qui-Quadrado.

Por fim, foi feita a análise da diferença da variabilidade da F0 entre os dois grupos utilizando-se o teste U de Mann-Whitney de amostras independentes.

Foram consideradas diferenças estatisticamente significantes quando os valores de p foram menores que 0,05. Para a avaliação da concordância de cada juiz, avaliando **o mesmo** exame dos parâmetros perceptivo-auditivo em momentos diferentes, foi utilizado o método proposto por Bland e Altman.



## **4 Resultados**

---

---

Para responder aos objetivos deste estudo, a apresentação dos resultados foi organizada nos seguintes itens:

- avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal e da ressonância;
- análise acústica da frequência fundamental e de sua variabilidade;
- análise do VOT das consoantes plosivas.

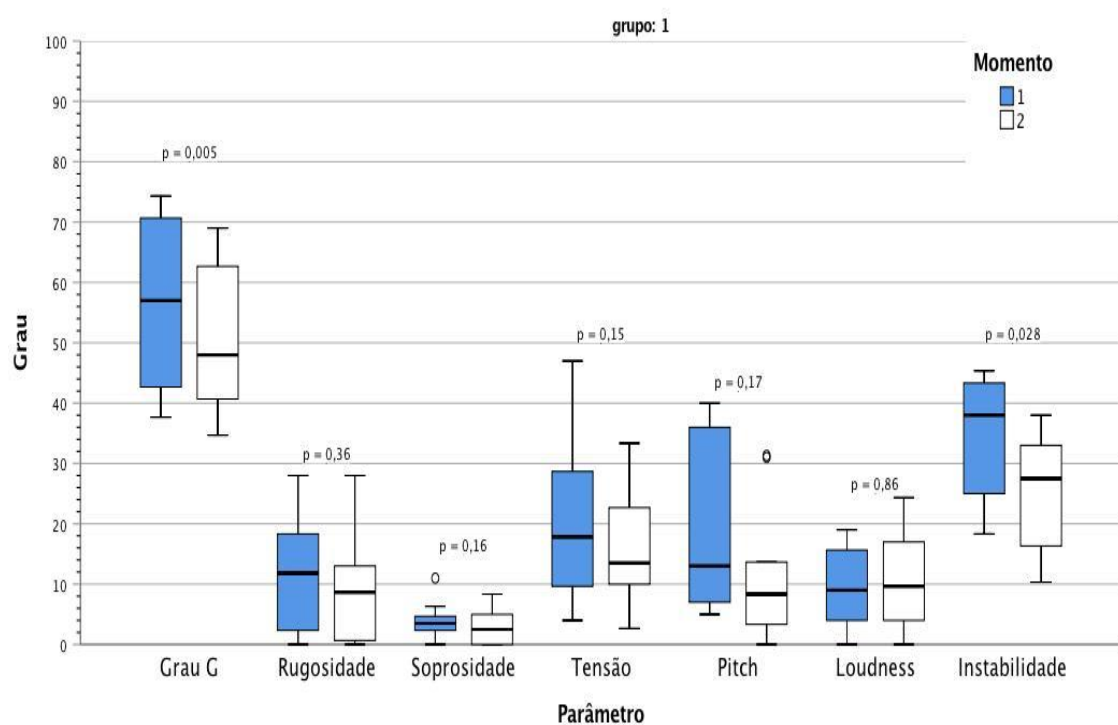
#### 4.1. Avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal e da ressonância

**Tabela 4** – Mediana e percentil 25-75 do escore a partir da escala analógico-linear (em mm) dos três juizes de cada parâmetro vocal da avaliação perceptivo-auditiva pelo CAPE-V dos Grupos 1 e 2

	GRUPO 1		p	GRUPO 2		p
	M 1 Mediana (p25-75)	M 2 Mediana (p25-75)		M 1 Mediana (p25-75)	M 2 Mediana (p25-75)	
<b>GG</b>	57,0 (42,6-71,1)	48,0 (39,3-64,3)	0,005*	47,8 (27,1-70,8)	47,7 (32,6-71,5)	0,65
<b>R</b>	11,8 (1,8-19,3)	8,7 (0,5-13,4)	0,36	10,5 (7,1-25,7)	12,3 (7,9-19,9)	0,96
<b>S</b>	3,5 (2,1-5,0)	2,5 (0,0-5,0)	0,16	8,0 (5,3-13,4)	8,0 (4,7-19,5)	0,96
<b>T</b>	17,8 (9,5-28,9)	13,5 (8,9-23,7)	0,15	6,0 (3,3-17,6)	3,2 (0,0-16,8)	0,48
<b>P</b>	13,0 (6,8-36,4)	8,3 (2,5-18,0)	0,17	7,0 (0,0-21,6)	4,7 (2,8-7,6)	0,33
<b>L</b>	9,0 (4,0-16,1)	9,7 (3,5-17,5)	0,86	3,3 (2,0-11,9)	6,5 (0,0-14,6)	0,83
<b>I</b>	38,0 (24,9-43,6)	27,5 (15,9-34,2)	0,028*	36,0 (23,7-49,5)	37,1 (21,1-44,1)	0,83

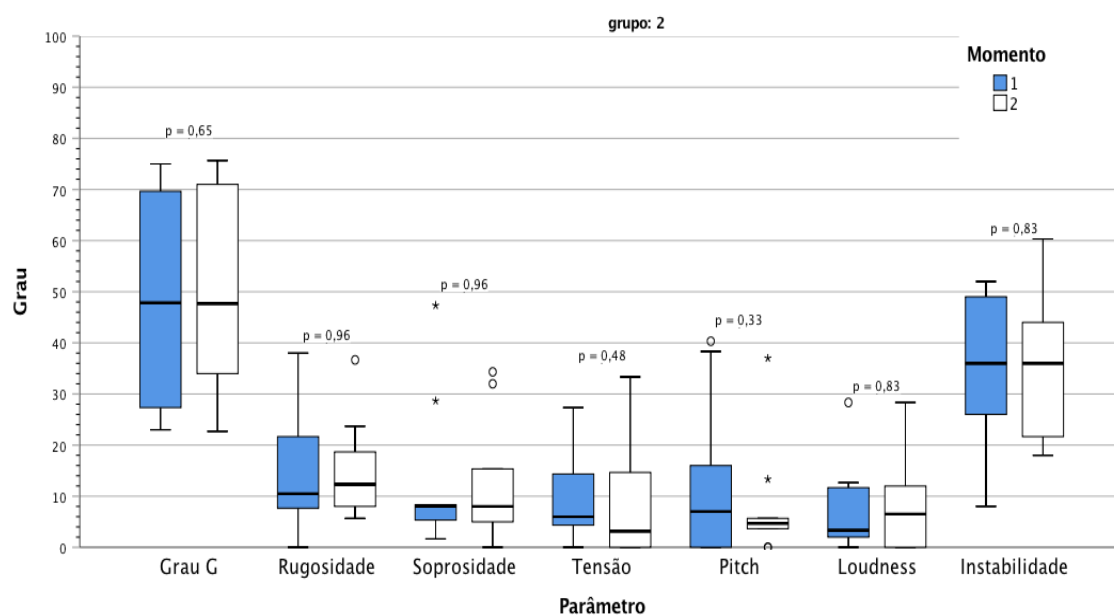
NOTA: M 1 — momento 1, M 2 — momento 2, GG — grau geral da voz, R — rugosidade, S — soprosidade, T — tensão, P — *pitch*, L — *loudness*, I — instabilidade

(\*) resultado estatisticamente significativo –  $p < 0,05$



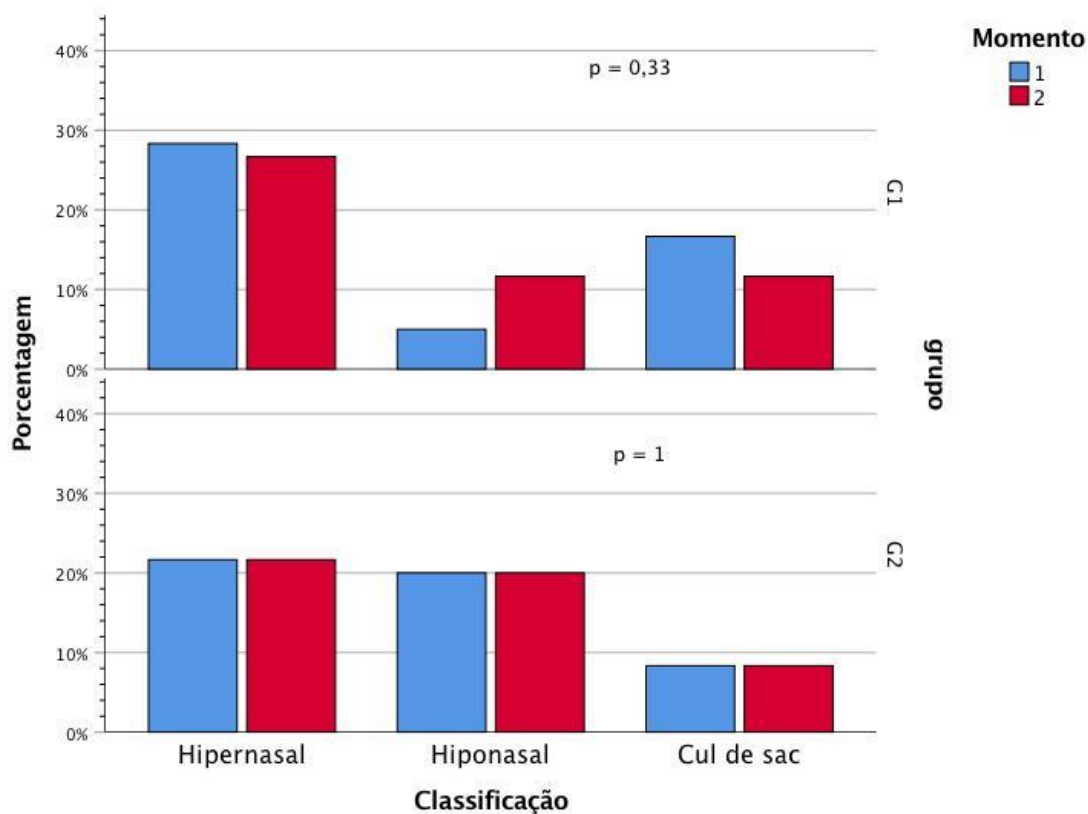
**Figura 9** — Apresentação dos resultados da avaliação perceptivo-auditiva a partir da escala analógico-linear (em mm) do Grupo 1 nos momentos 1 e 2 da gravação de voz

A tabela 4 e a figura 9 demonstram os resultados da avaliação perceptivo-auditiva pelo protocolo CAPE-V, com resultados estatisticamente significantes na modificação do grau geral da voz (GG) e na instabilidade vocal no Grupo 1, entre momentos 1 e 2 de avaliação.



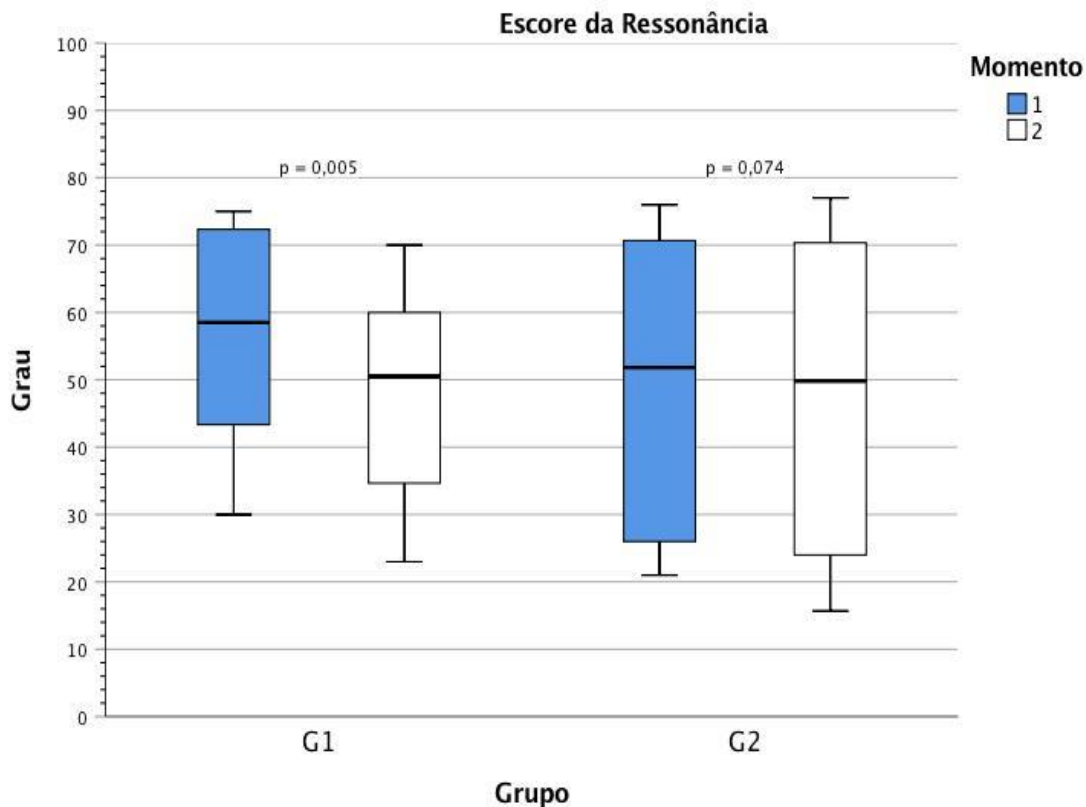
**Figura 10** — Apresentação dos resultados da avaliação perceptivo-auditiva a partir da escala analógico-linear (em mm) do Grupo 2 nos momentos 1 e 2 da gravação de voz

A tabela 4 e a figura 10 mostram os resultados da avaliação perceptivo-auditiva pelo protocolo CAPE-V no grupo 2, com ausência de modificações estatísticas, entre os momentos 1 e 2 de avaliação, para todos os parâmetros analisados.



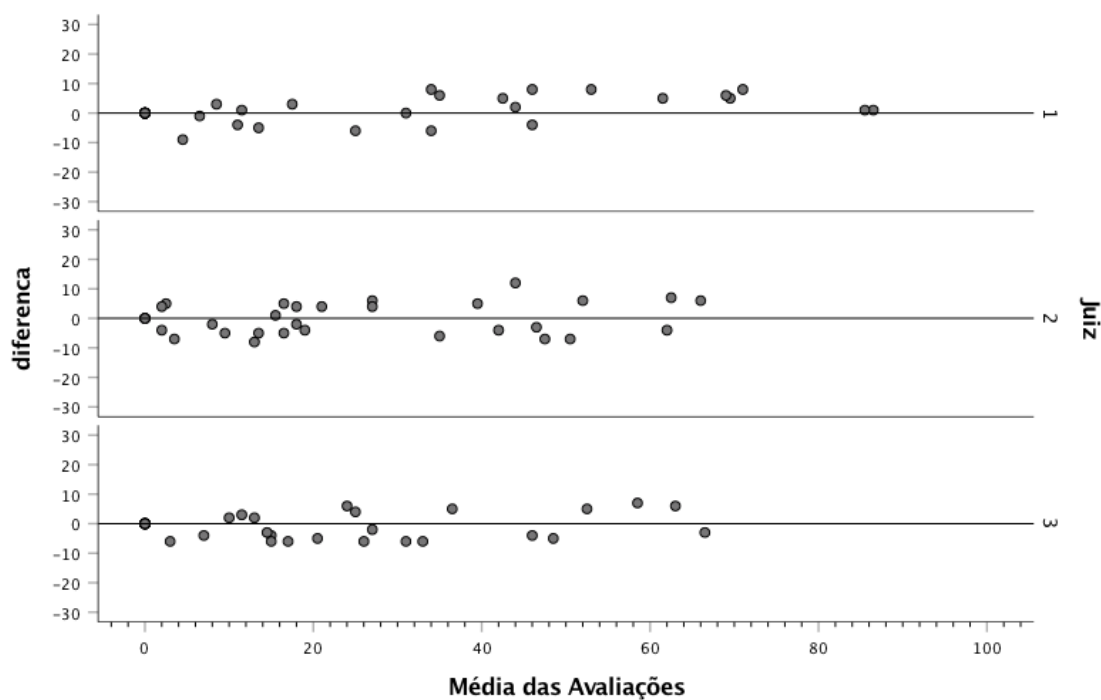
**Figura 11** — Classificação do foco de ressonância apontado na avaliação perceptivo-auditiva dos três juízes em porcentagem, comparando os momentos 1 e 2 do Grupo 1 e do Grupo 2

A figura 11 mostra os três focos ressonanciais mais apontados pelos juízes na avaliação perceptivo-auditiva em ambos os grupos: hipernasal, hiponasal e *Cul de Sac*. Nota-se que não houve resultados estatisticamente significantes entre os momentos 1 e 2, mesmo observando-se certas variações na classificação da ressonância do grupo 1, após a terapia vocal.



**Figura 12** — Apresentação dos resultados do escore a partir da escala analógico-linear (em mm) da alteração da ressonância do Grupo 1 e do Grupo 2 nos momento 1 e 2

A figura 12 demonstra os resultados do escore da alteração da ressonância pela escala analógico-linear em ambos os grupos. Observa-se redução no grau de alteração do foco ressonantal após a terapia vocal, com resultados estatisticamente significantes no grupo 1, comparando os momentos 1 e 2. O grupo 2 não apresentou modificações.



**Figura 13** — Diferença a partir da escala analógico-linear (em mm) entre as duas análises dos parâmetros vocais da avaliação perceptivo-auditiva intra-juiz 1, 2 e 3 nos 10% das amostras de vozes repetidas

**Tabela 5** — Média e desvio padrão da diferença a partir da escala analógico-linear (em mm) entre as duas análises dos parâmetros vocais da avaliação perceptivo-auditiva dos três juízes, nos 10% das amostras de vozes repetidas

	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>
Diferença entre as análises	96	0,052	4,6
<i>Valid N (listwise)</i>	96		



#### 4.2. Análise acústica da frequência fundamental e de sua variabilidade antes e após a reabilitação vocal específica

As tabelas 6, 7 e figuras 14, 15, 16 e 17 demonstram os resultados obtidos da F0 e de sua variabilidade em ambos os sexos, no Grupo 1 e Grupo 2, no momento 1 e 2 da análise acústica.

**Tabela 6** — Valores da mediana e p25-75 da frequência fundamental e da variação de frequência a partir da análise acústica do gênero masculino e feminino do Grupo 1 nos momentos 1 e 2

GRUPO 1						
MASCULINO			FEMININO			
	M 1	M 2		M 1	M 2	
	Mediana (p25-75)	Mediana (p25-75)	p	Mediana (p25-75)	Mediana (p25-75)	p
<b>F0 /a/</b>	125,3 (110,0-154,5)	134,3 (115,6-161,8)	0,5	286,0 (199,0-400,5)	235,0 (211,7-313,7)	0,35
<b>vF0 /a/</b>	18,0 (13,2-21,0)	14,0 (10,7-16,8)	0,08	46,7 (34,0-158,7)	23,3 (19,5-52,0)	0,5

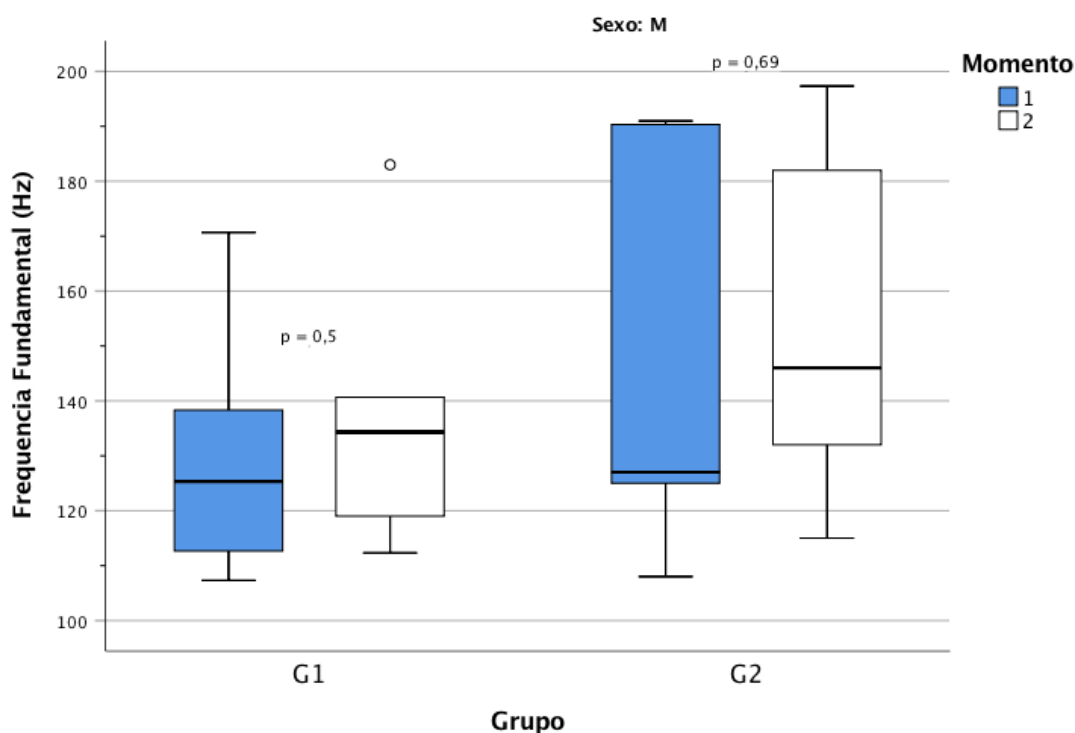
NOTA: F0 /a/ — frequência fundamental da vogal sustentada /a/, vF0 /a/ — variabilidade da frequência fundamental da vogal sustentada /a/.

**Tabela 7** — Valores da mediana e p25-75 da frequência fundamental e da variação de frequência a partir da análise acústica do gênero masculino e feminino do Grupo 2 nos momentos 1 e 2

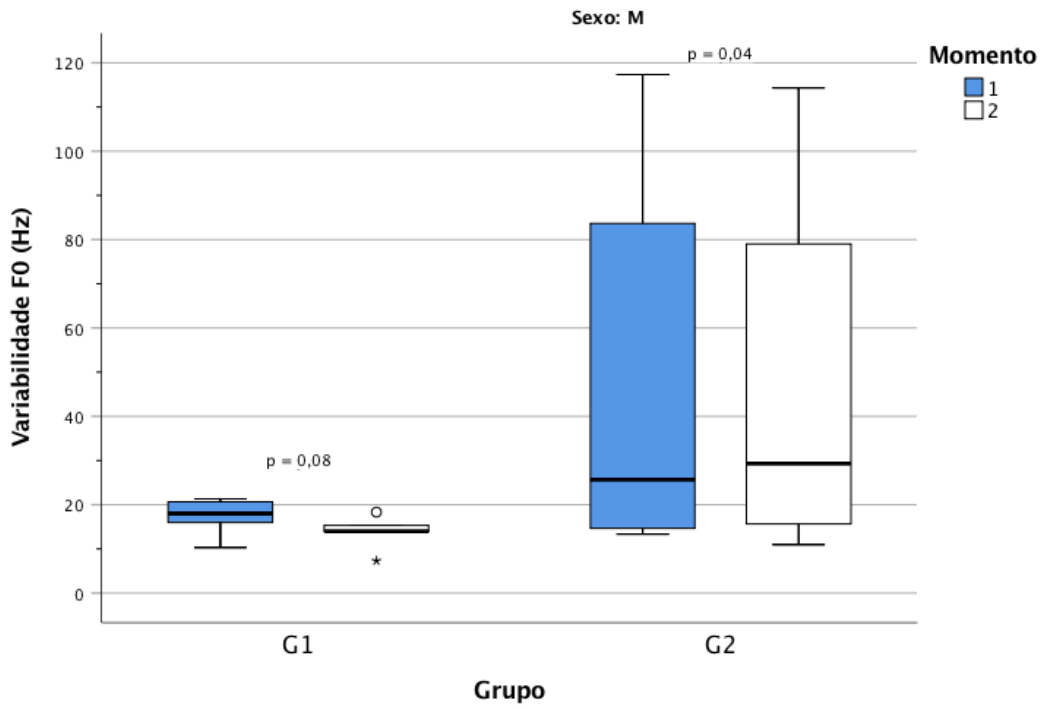
GRUPO 2						
MASCULINO			FEMININO			
	M 1	M 2		M 1	M 2	
	Mediana (p25-75)	Mediana (p25-75)	p	Mediana (p25-75)	Mediana (p25-75)	p
<b>F0 /a/</b>	127,0 (116,5-190,7)	146,0 (123,5-187,7)	0,69	218,0 (202,8-330,2)	239,4 (197,7-266,5)	0,35
<b>vF0 /a/</b>	25,7 (14,0-100,5)	29,4 (13,4-96,7)	0,04*	66,0 (42,5-110,0)	66,4 (43,2-128,7)	0,69

NOTA: F0 /a/ — frequência fundamental da vogal sustentada /a/, vF0 /a/ — variabilidade da frequência fundamental da vogal sustentada /a/.

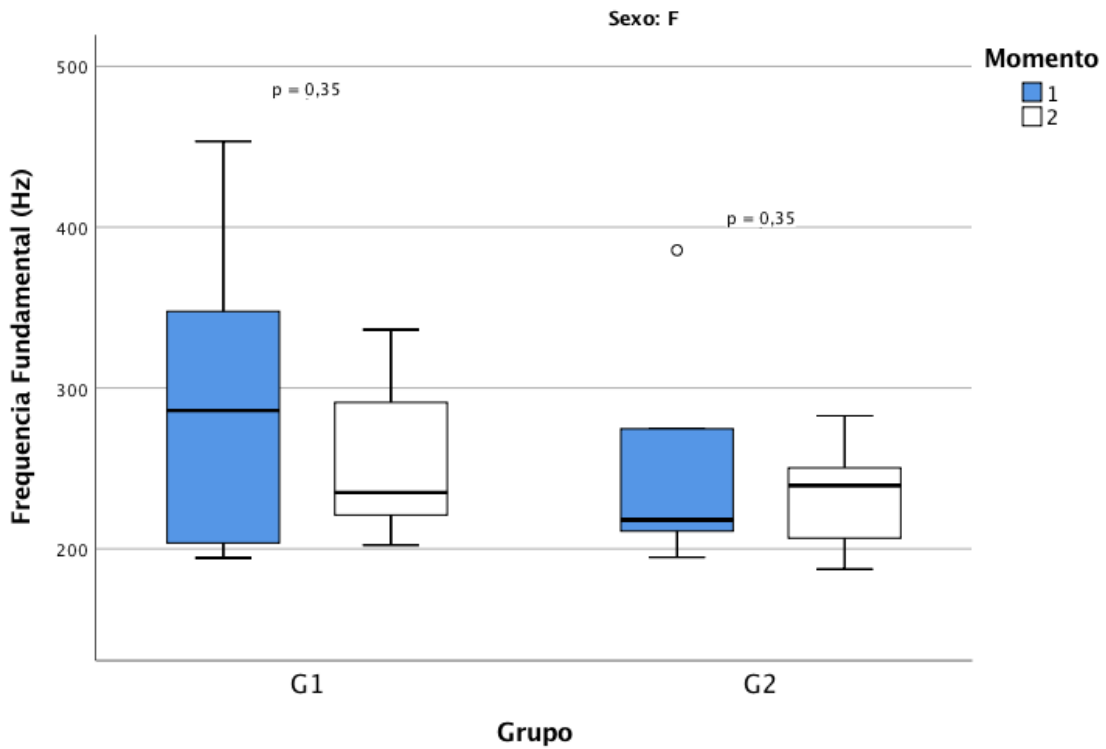
(\*) — resultado estatisticamente significativo –  $p < 0,05$



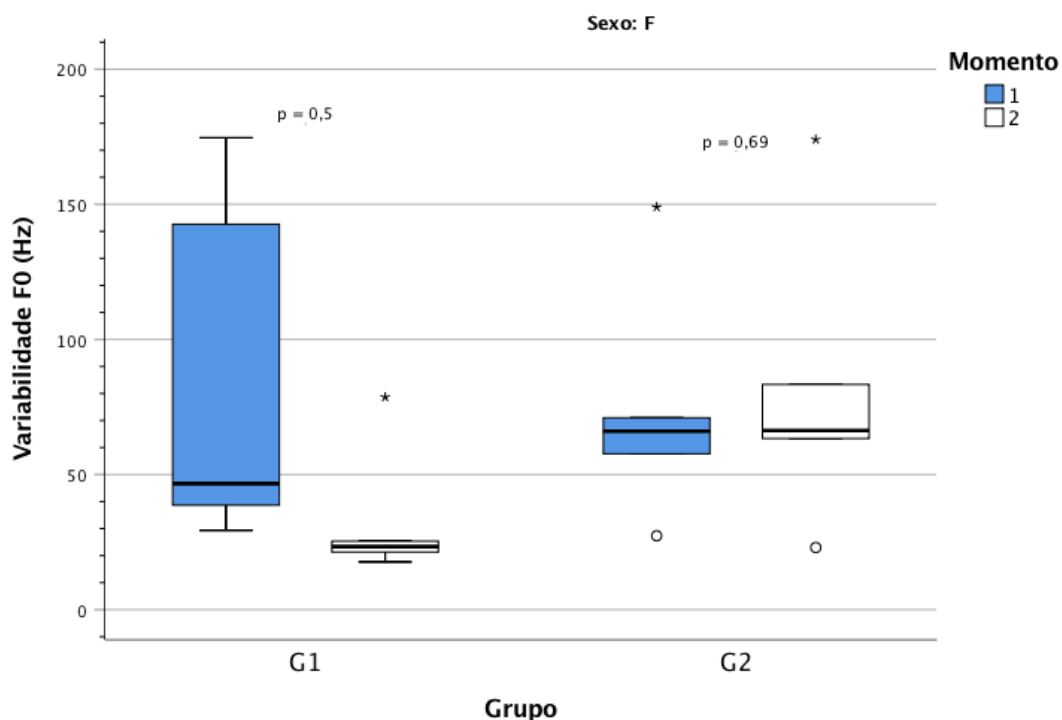
**Figura 14** — Resultados da frequência fundamental (F0) do sexo masculino no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2



**Figura 15** — Resultados da variabilidade da frequência fundamental (F0) do sexo masculino no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2

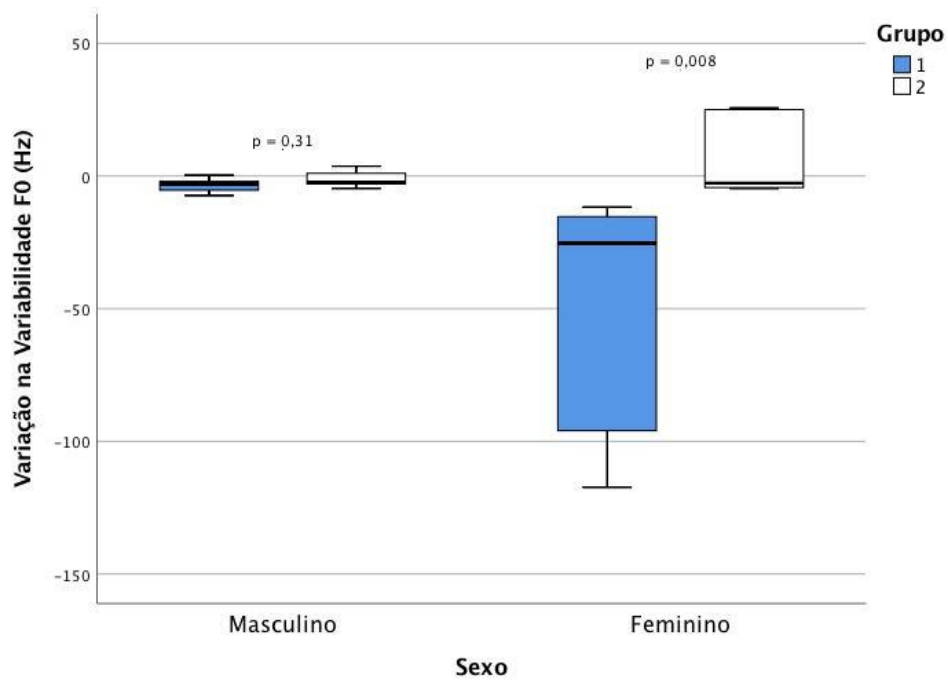


**Figura 16** — Resultados da frequência fundamental (F0) do sexo feminino no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2



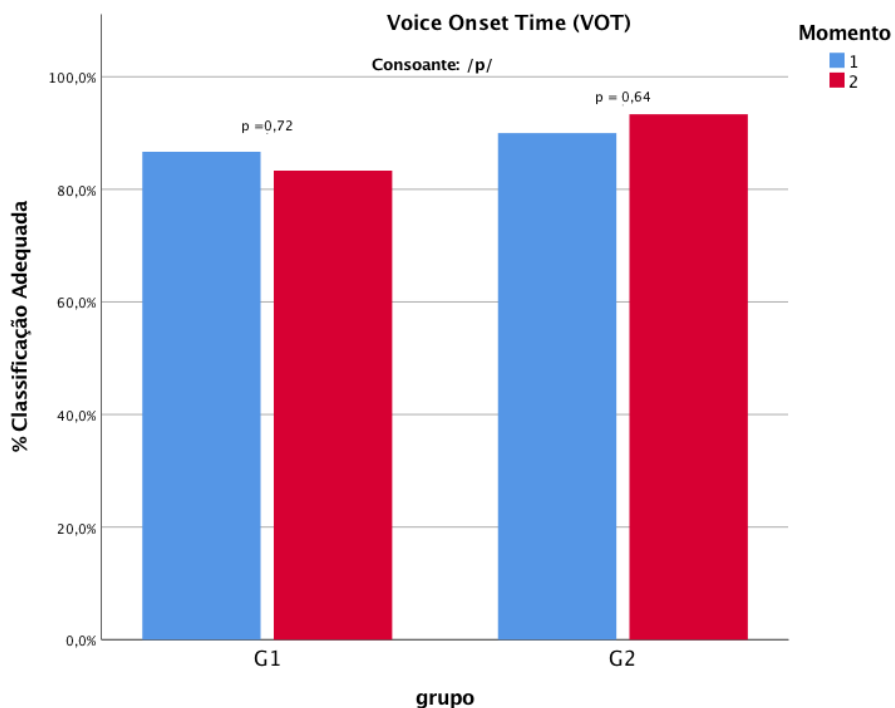
**Figura 17** — Resultados da variabilidade da frequência fundamental (F0) do sexo feminino no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2

A figura 18 demonstra os resultados da diferença da variabilidade da frequência fundamental (F0) em ambos os sexos, no Grupo 1 e Grupo 2, nos dois momentos de avaliação. Nota-se que o sexo feminino do Grupo 1 se diferenciou estatisticamente quanto aos valores obtidos da vF0 em relação ao mesmo sexo do Grupo 2, não submetido a terapia vocal.

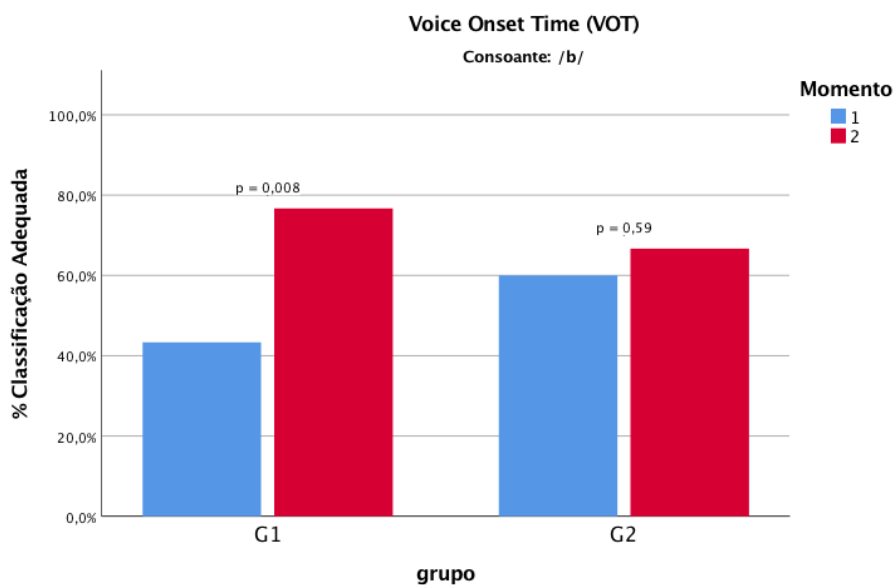


**Figura 18** — Resultados da diferença da variabilidade da frequência fundamental (F0) dos sexos feminino e masculino do Grupo 1 e do Grupo 2 quanto aos valores dos momentos 1 e 2

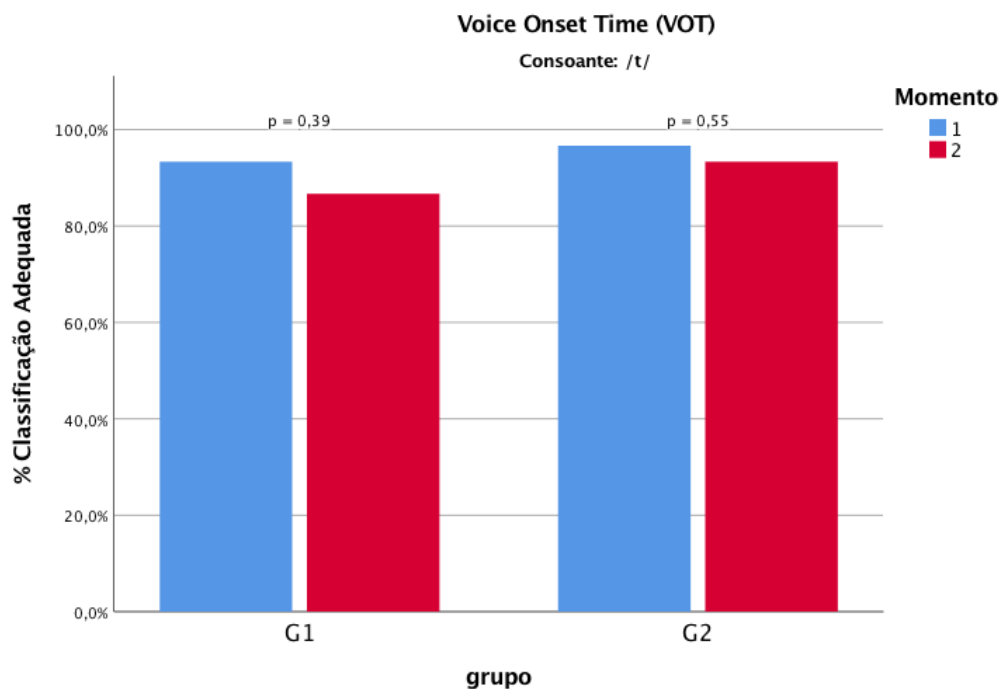
#### 4.3. Análise do *Voice Onset Time* das consoantes plosivas antes e após a reabilitação vocal específica



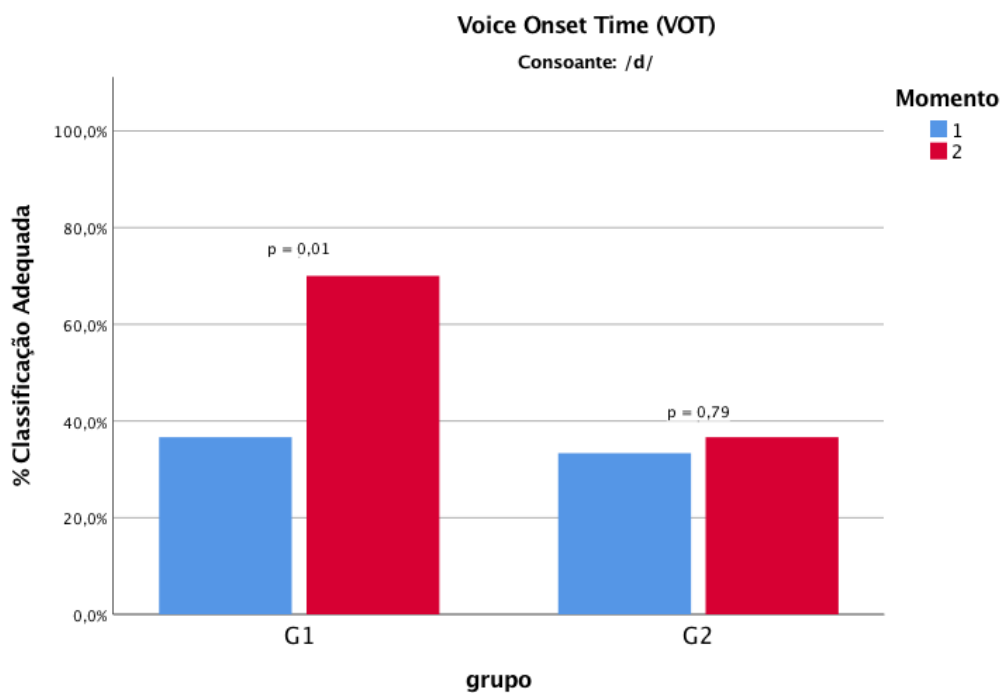
**Figura 19** — Porcentagem dos valores do VOT do fonema /p/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2



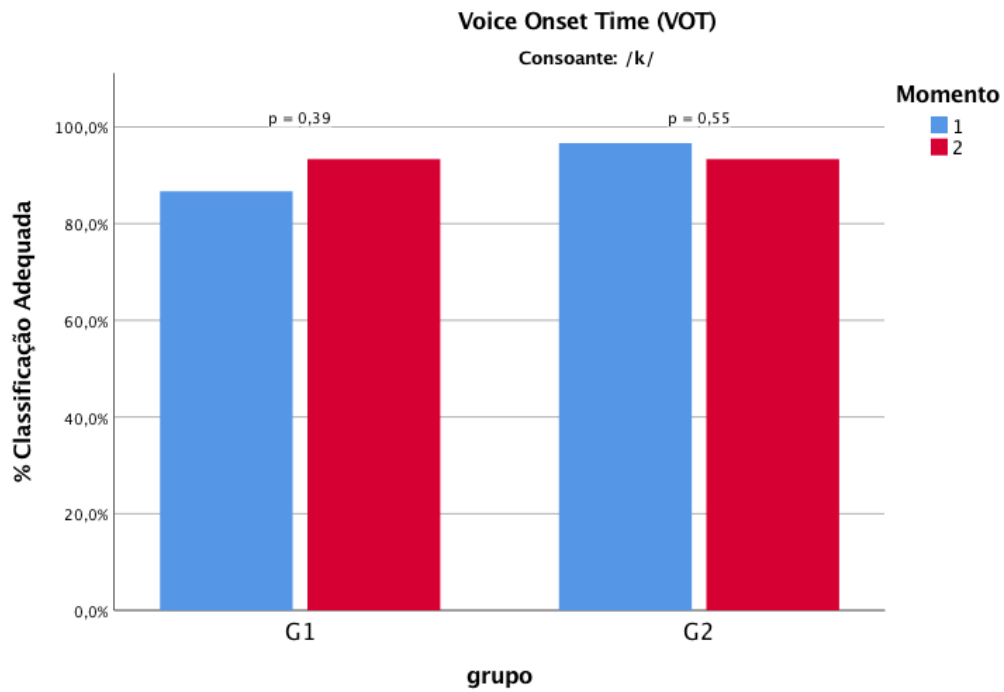
**Figura 20** — Porcentagem dos valores do VOT do fonema /b/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2



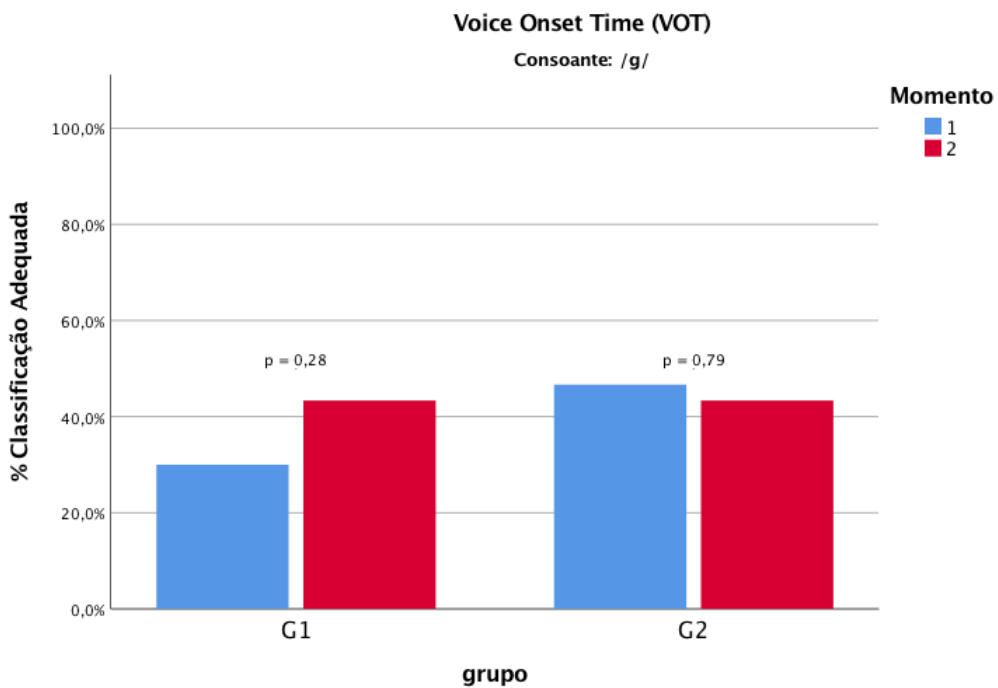
**Figura 21** — Porcentagem dos valores do VOT do fonema /t/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2



**Figura 22** — Porcentagem dos valores do VOT do fonema /d/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2



**Figura 23** — Porcentagem dos valores do VOT do fonema /k/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2



**Figura 24** — Porcentagem dos valores do VOT do fonema /g/ classificados como adequados no Grupo 1 e no Grupo 2 nos momentos 1 e 2



## **5 Discussão**

---

O IC promove sensação auditiva para indivíduos com surdez profunda, restabelecendo o *feedback* auditivo. No entanto, apenas esse recurso parece não ser suficiente para promover ajustes vocais e de fala quando estamos diante de alterações mais acentuadas, como as verificadas nos indivíduos com surdez pré-lingual (Hinderink et al., 1995; Evans e Deliyiski, 2007).

As alterações vocais encontradas em deficientes auditivos geralmente estão relacionadas aos ajustes vocais que transcendem o aspecto auditivo, como a respiração, a fonação e a articulação (Selleck e Sataloff, 2015). Assim, parece bastante importante verificar as alterações existentes e propor tratamento fonoaudiológico para esses sujeitos que permanecem com alterações da voz e da fala mesmo com o uso do implante coclear, promovendo percepção auditiva adequada dos sons (Ubrig et. al, 2011).

A qualidade vocal é o conjunto de características que identificam uma voz e, na clínica fonoaudiológica, costuma ser medida em escalas. Para a análise dos parâmetros vocais e dos ajustes supralaríngeos (filtro), considerando a opção da classificação da ressonância no protocolo, podemos utilizar o CAPE-V. O protocolo CAPE-V (Asha, 2003 e Behlau, 2004a) utiliza a escala analógico-visual para a mensuração dos parâmetros vocais. É um recurso interessante, mais sensível às pequenas diferenças nos desvios da qualidade vocal e na diferenciação de vozes normais e alteradas. As escalas lineares oferecem 100 pontos de marcação e são consideradas menos tendenciosas. Dessa forma, temos o resultado da alteração vocal de maneira

objetiva e quantitativa, tornando a avaliação perceptivo-auditiva menos subjetiva em sua mensuração (Behlau, 2004a).

Nos resultados da avaliação perceptivo-auditiva em nossa pesquisa, verificamos que os deficientes auditivos de ambos os grupos (tabela 4, figuras 9 e 10), ao serem classificados pelos juízes quanto à qualidade vocal por meio do protocolo CAPE-V, apresentaram escores mais elevados em relação ao grau geral da voz (GG) e ao índice de instabilidade vocal (I), demonstrando mais alterações nesses aspectos vocais dentro de nossa amostra.

De acordo com classificação de Yamazaki et al. (2017b) para os desvios do GG da voz, os indivíduos do Grupo 1 foram classificados com desvio vocal de grau moderado (57,0 mm) na situação pré-terapia (momento 1), apresentando redução do valor (48,0 mm) após a intervenção vocal (momento 2). Essa diferença se mostrou estatisticamente significativa (tabela 4, figura 9). Dessa forma, nota-se uma mudança na impressão global da voz classificada pelos juízes após o treinamento fonoaudiológico proposto quando comparamos os valores do momento 1, pré-terapia, e do momento 2, pós-terapia. Esses valores também demonstram redução no grau do desvio vocal de moderado (momento 1) para grau leve a moderado (momento 2), baseando-se da proposta de classificação do desvio vocal pela escala analógico-visual de Yamazaki et al. (2017b).

Em relação ao Grupo 2 (tabela 4, figura 10), os valores de GG da voz foram bastante semelhantes quando comparamos os 2 momentos de avaliação, não sendo verificadas diferenças estatisticamente significantes. Em ambos os momentos de gravação os pacientes do Grupo 2 apresentaram valores de GG da voz indicando desvio vocal de leve a moderado.

Analisando os valores atribuídos pelos juízes para o GG da voz de ambos os grupos, no momento 1, nota-se que o Grupo 1 apresentou qualidade vocal e escore do GG da voz pior em relação ao Grupo 2. No entanto, os pacientes foram inseridos nos grupos de forma aleatória, desde que concordassem em participar da pesquisa. Além disso, analisando a caracterização dos grupos (tabela 1 e 2), observa-se homogeneidade entre eles, tanto nos aspectos demográficos quanto no resultado com o IC. De qualquer forma, o Grupo 1 mostrou melhoras no GG da voz e reduziu o grau de desvio vocal com a terapia fonoaudiológica. Acreditamos que, apesar do GG da voz ter-se mostrado discretamente pior no Grupo 1, o interesse deste trabalho era verificar a modificação do GG da voz com a reabilitação vocal, independente do grau inicial.

O grau geral representa a impressão global da voz (Behlau, 2004a), e foi um dos parâmetros em que foi verificada melhora vocal dos pacientes do Grupo 1 submetidos às 12 sessões de fonoterapia vocal.

Nos resultados da avaliação perceptivo-auditiva também observamos mudanças estatisticamente significantes quanto aos valores de instabilidade vocal do Grupo 1 em relação aos dois momentos avaliados (tabelas 4, figura 9). O mesmo não ocorre com o Grupo 2, que manteve resultados semelhantes em ambos os momentos de gravação (tabelas 4, figura 10).

Em relação aos demais parâmetros vocais avaliados, tais como R (rouquidão), S (soprosidade), T (tensão), P (*pitch*) e L (*loudness*), não observou-se mudanças significantes para ambos os grupos nos dois momentos de avaliação (tabela 4, figuras 9 e 10). No entanto, nota-se que esses parâmetros foram classificados pelos juízes com notas inferiores aos

parâmetros GG da voz e instabilidade, demonstrando que em nossa amostra de adultos deficientes auditivos pré-linguais implantados tardiamente, os parâmetros vocais com mais desvios foram relacionados à impressão global da voz e ao grau de instabilidade vocal (verificado durante a emissão da vogal sustentada /a/ no protocolo CAPE-V).

O grau geral relaciona-se aos aspectos de fonte e filtro da voz. A qualidade vocal do falante representa a ação conjunta da laringe e do trato vocal modificando o ar expiratório (Russo e Behlau, 1993; Behlau et al., 2001). O protocolo de terapia proposto para o Grupo 1 abordou exercícios vocais com sessões de terapia estruturadas e teve como objetivo estabelecer ajustes motores necessários à reestruturação do padrão de fonação (Partone et al., 2008). Foram utilizados exercícios de trato vocal semiocluído que trabalham a relação entre fonte e filtro. Os ETVSO são benéficos para a voz, aumentando a interação entre fonte e filtro e a sua eficiência (Titze, 2006).

A presença de instabilidade na voz, especialmente durante a emissão da vogal sustentada, verificada em nosso protocolo por meio da vogal prolongada /a/ do protocolo CAPE-V, pode ser justificada pela ICPFA, assim como pela incoordenação na contração e no relaxamento dos músculos intrínsecos e extrínsecos da laringe (Selleck e Sataloff, 2015). A emissão de uma vogal sustentada requer coordenação entre a respiração (fluxo aéreo) e a produção do som.

Verificou-se a presença de incoordenação na contração e no relaxamento da musculatura intrínseca e extrínseca da laringe nos indivíduos com perda auditiva. Em um estudo com crianças deficientes auditivas (Das et al., 2013), observou-se uma redução importante na velocidade de adução e

abdução das pregas vocais, levando a uma dificuldade de controlar a pressão e a tensão nas pregas vocais durante o processo de fonação.

Acreditamos que essas questões podem justificar a ICPFA e a presença de instabilidade na voz durante a emissão da vogal sustentada, verificada auditivamente pelos juízes na avaliação perceptivo-auditiva e também na variabilidade da frequência fundamental da vogal /a/ na análise acústica. Os resultados da análise acústica serão apresentados e discutidos adiante.

Devido a essas alterações funcionais da produção da voz nos indivíduos com surdez severa relacionadas à respiração e ao processo de fonação, acreditamos ser muito importante incluir a terapia vocal direcionada, visando o restabelecimento do *feedback* auditivo e de uma melhor percepção auditiva dos sons de fala.

No protocolo de terapia vocal proposto aos pacientes implantados desta pesquisa, iniciamos com exercícios que favoreciam a coordenação da respiração e a maximização da pressão subglótica e do direcionamento do fluxo aéreo, com intuito de obtermos uma melhor CPFA e, conseqüentemente, uma melhor projeção da voz. Para tanto, utilizamos exercícios de respiração abdominal associados a fricativas surdas e sonoras prolongadas.

É importante trabalhar a conscientização da respiração associada à fonação com os deficientes auditivos (Pinho, 1990). Outros ETVSO do nosso protocolo também favorecem uma melhor CPFA e o treinamento da musculatura intrínseca da laringe, uma vez que, durante a execução dos mesmos, há duas fontes de vibração: uma na laringe e outra na parte anterior da cavidade oral, com uso de apenas uma corrente aérea vinda dos pulmões. Para que as vibrações na laringe e na cavidade oral ocorram

concomitantemente é necessário um equilíbrio das energias aérea e muscular (Titze, 2006).

Bommarito (2000) também encontrou em seu estudo uma melhora no GG da voz em 50% dos sujeitos com surdez e uso de A.A.S.I, enquanto a inteligibilidade da fala obteve melhora significativa em 80% dos sujeitos após um treinamento vocal com exercícios e jogos lúdicos computadorizados.

Ainda quanto aos resultados da avaliação perceptivo-auditiva, em relação à classificação da ressonância, as classificações mais apontadas pelos juízes foram: voz hipernasal, hiponasal e *cul de sac*. O Grupo 1 apresentou certa diferença na classificação do foco ressonantal quando comparamos os momentos 1 e 2, porém sem resultados estatisticamente significantes. O Grupo 2 não apresentou quaisquer mudanças entre as avaliações (figura 11). No entanto, ao medirmos o grau da alteração da ressonância (figura 12), observamos reduções nas notas (escores) atribuídas pelos juízes ao grupo quando comparamos os momentos 1 (nota pré — 58,5mm) e 2 (nota pós — 50,5mm). Esses resultados inferem que o processo terapêutico realizado não foi suficiente para alterar o foco de ressonância do Grupo 1, porém nota-se melhora no grau da alteração com sua redução.

Os padrões de ressonância distintos são produzidos pelos articuladores do trato vocal e suas modificações na região supraglótica. Dependendo do posicionamento dos articuladores, diversos efeitos de ressonância podem ser obtidos (Pinho, 1998). Cada um dos focos de ressonância se refere à região do trato vocal em que predomina a amplificação da voz (Hanayama et al., 2001).

Indivíduos com perda auditiva profunda ou surdez total apresentam, geralmente, uma qualidade vocal limitada e alterações na ressonância e na fala

(Pinho, 1990, Tobey et al., 2003; Lejska, 2004; Ramos, 2004; Selleck e Sataloff, 2015).

A hipernasalidade foi o foco ressonantal mais classificado em nossa amostra, concordando com Behlau et al. (2005), que refere ser esse o desvio de ressonância mais encontrado na surdez. Pode ser causada pelo fechamento incompleto do véu palatino durante a produção da fala, atribuído, provavelmente, à ausência do *feedback* auditivo. Esse escape adicional de ar também faz com que a carga respiratória se reduza rapidamente, provocando mais pausas para recarga inspiratória durante o processo de fala. Contudo, não se sabe ao certo por que a deficiência auditiva está associada a esse comportamento (Selleck e Sataloff, 2015).

Além do fechamento incompleto do véu palatino, também acreditamos que, devido à falta de *feedback* auditivo anterior ao implante coclear, o deficiente auditivo utiliza as estruturas nasais de forma mais acentuada, como pista sinestésica para melhor percepção e controle da produção da voz e dos segmentos de fala. A nosso ver, o inverso também ocorre quando estamos diante de um foco de ressonância classificado como hiponasal, em que as estruturas do trato vocal não estão sendo adequadamente utilizadas durante a produção do som, com provável redução de energia nas estruturas supraglóticas e na região da face como um todo.

Citada na literatura como frequência e classificada também pelos juízes desta pesquisa, a produção vocal dos deficientes auditivos pode ser acompanhada por uma alteração de ressonância faríngea excessiva do tipo *cul de sac* (Boone, 1994). Os indivíduos apresentam posição de língua abaixada, tracionada posteriormente na cavidade oral e em direção à região faríngea



(Pinho, 1990). Em nossa amostra, tanto no Grupo 1 quanto no Grupo 2, não foi o foco ressonantal mais classificado; no entanto, em alguns sujeitos com surdez profunda, esse padrão de ressonância e articulação é bastante evidente, devido ao posicionamento da língua.

O nosso protocolo de exercícios vocais contemplou exercícios que favorecem a expansão do trato vocal e, conseqüentemente, um melhor ajuste da ressonância na região da face da forma mais equilibrada possível. Alguns exercícios propostos, como os de abaixamento de laringe com a sucção de ar (“espaguete”) e o /b/ prolongado, assim como os exercícios com fonação no tubo *Lax Vox* e nos canudos de diferentes dimensões, além dos sons nasais, tiveram essa finalidade (Behlau, 2004b; Behlau et al., 2005; Sihvo, 2007; Guzman et al. 2013a; Guzman et al. 2013b; Pinho, 2014). O objetivo era favorecer por meio da técnica vocal empregada uma voz com ressonância mais equilibrada e com a maior projeção vocal possível. As vibrações realizadas na boca equilibram a ressonância e favorecem a adequação da tensão laríngea, equalizando as forças mioelásticas e aerodinâmicas, e melhorando os padrões de respiração, fonação e articulação (Miller, 2004). Os exercícios com fonação em tubos e em canudos estreitos demonstram que durante e após a execução ocorre melhor fechamento do véu palatino, além de laringe posicionada mais baixa no pescoço e alargamento da região da hipofaringe (Guzman et al., 2013b).

A análise perceptivo-auditiva, embora subjetiva e passível a variações que dependem de referenciais internos de cada ouvinte, ainda é a mais utilizada na avaliação vocal (Behlau, 2004a; Speyer, 2008).

De acordo com os resultados da concordância das avaliações intra-juízes, quando comparados os 10% de repetições das vozes da avaliação perceptivo-auditiva (figura 13), podemos verificar que os juízes foram consistentes em suas análises, com desvio padrão de 4,6 mm entre as avaliações das mesmas gravações, sem diferença significativa (tabela 5). No entanto, ao considerarmos os valores atribuídos por cada juiz para cada parâmetro vocal analisado, observamos grande variação entre os escores, concordando com os resultados de Coelho et al. (2017) em que fatores como a familiaridade com a população estudada pode interferir na avaliação, mesmo que os juízes tenham bastante experiência com a avaliação perceptivo-auditiva.

Além disso, acreditamos que a diversidade de resultados na análise de cada parâmetro vocal realizada pelos juízes também se deve às variações da qualidade vocal dos deficientes auditivos de um modo geral, mesmo quando estamos diante de indivíduos com idades e tempos de privação auditiva semelhantes. Questões individuais, como experiências auditivas vivenciadas ao longo da vida, melhor aproveitamento da audição residual, estimulação familiar e terapia fonoaudiológica, podem interferir no padrão vocal e de fala adquiridos.

“De modo simplificado, a análise acústica quantifica o sinal sonoro, o que nos leva em direção a uma análise objetiva da voz” (Behlau, 2001).

Ao realizarmos a análise acústica da vogal sustentada /a/ obtida por meio do protocolo CAPE-V, separamos ambos os grupos por sexo devido aos valores da frequência fundamental. Dessa forma, obtivemos os resultados de cinco sujeitos do gênero masculino e de cinco do gênero feminino para o Grupo

1, e igualmente para o Grupo 2. O material de voz coletado para a análise foi a vogal sustentada /a/, solicitada em intensidade e frequência habitual que o paciente costumasse emitir, da maneira mais confortável possível.

As vogais apresentam uma estrutura acústica mais simples, obtida em um contexto controlado, no qual as características da fonte, do trato vocal e dos articuladores são relativamente fixas ao longo da sustentação, assim como há menores influências de regionalismos (Zhang e Jiang, 2008). O material usado na análise acústica foi a região média da vogal, excluindo-se o início e o fim da emissão por serem momentos de maior instabilidade vocal (Menezes et al., 2011; Ubrig et al., 2011).

Em relação aos resultados da frequência fundamental (tabela 6, figura 14), observamos um aumento discreto nos valores do sexo masculino do Grupo 1, embora sem resultados estatisticamente significantes. O inverso ocorre com os valores do sexo feminino nos momentos 1 e 2, em que nota-se redução dos mesmos (tabela 6, figura 16). O aumento da F0 nos indivíduos do sexo masculino pode ter ocorrido ao tentarem projetar mais a voz no momento da gravação, elevando a laringe no pescoço e, conseqüentemente, a frequência. Além disso, em alguns momentos, em função de emissões instáveis durante a tarefa fonatória da vogal sustentada /a/, observou-se presença de som basal durante a emissão, especialmente no momento 1 de gravação, podendo ter diminuído os valores da mediana da F0 nesse momento. De qualquer forma, ambos os valores obtidos da F0 para os pacientes do sexo masculino do Grupo 1, nos dois momentos de gravação (tabela 6), se mostraram superiores em relação à média estabelecida em

estudos anteriores com a população adulta brasileira (Behlau et al., 1988a; Russo e Behlau, 1993; De Filippa et al., 2006).

Quanto aos resultados da F0 nos sujeitos do sexo feminino no Grupo 1, nota-se uma redução importante de seu valor (tabela 6, figura 16), porém sem resultados estaticamente significantes, provavelmente pelo número pequeno de sujeitos avaliados em nossa amostra. No entanto, o valor da F0 obtido no momento 2 (após a terapia vocal) encontra-se elevado se comparado à média estabelecida por estudos anteriores para o sexo e a idade da população brasileira (Behlau et al., 1988a; Russo e Behlau, 1993; De Filippa et al., 2006). De qualquer forma, obtivemos com a terapia uma voz menos agudizada e mais próxima da normalidade para a população adulta em relação ao valor do momento 1 (antes da terapia vocal).

Todos os ETVSO realizados em nosso protocolo para o abaixamento da posição da laringe no pescoço, para CPFA, para a musculatura intrínseca das pregas vocais e para os ajustes da ressonância podem ter contribuído para a redução do valor da F0 no sexo feminino do Grupo 1. No entanto, como temos uma amostra pequena em nosso estudo, não foi possível comprovar estatisticamente essa redução e resultado.

Os valores da F0 obtidos em nossa pesquisa para os deficientes auditivos com surdez profunda implantados estão de acordo com a literatura que refere que esses valores são elevados em relação aos ouvintes (Szyfter et al., 1996; Monini et al., 1997). Crianças da faixa etária de 10 anos, implantadas após os 4 anos de idade, apresentam diferenças estatisticamente significantes dos valores de frequência fundamental, comparadas a um grupo com audição normal (Seifert et al., 2002; Pan et al., 2005).

Os indivíduos adultos com deficiência auditiva pré-lingual de severa a profunda podem apresentar um aumento da F0 em decorrência da ausência do *feedback* acústico e da hiperfunção laríngea (Lejska, 2004).

Quanto aos resultados da F0 para o Grupo 2, tanto nos indivíduos do sexo masculino quanto nos do sexo feminino, também observamos elevação dos valores no momento 2 em relação ao momento 1 de gravação da voz, porém sem diferenças e resultados estatisticamente significantes (tabela 7, figuras 14 e 16).

Ainda sobre os resultados da análise acústica, quanto à variabilidade da F0 da vogal sustentada /a/ (valor da frequência máxima menos o valor da frequência mínima durante a emissão prolongada), observa-se que ocorreu uma redução discreta no valor dos indivíduos do sexo masculino do Grupo 1, comparando os dois momentos de avaliação, e uma redução acentuada de 26,3Hz, clinicamente significativa, sexo feminino do Grupo 1, comparando os valores do momento 1 em relação ao momento 2 (tabela 6, figuras 15 e 17). Apesar desses resultados positivos, não foi possível comprovar estatisticamente essa diferença, provavelmente pelo número pequeno de nossa amostra (cinco indivíduos de cada gênero).

De qualquer forma, essas reduções positivas na variabilidade da F0, especialmente nos indivíduos do sexo feminino do Grupo 1, podem ter sido atribuídas por uma provável melhora na CPFA e na coordenação e contração dos músculos intrínsecos e extrínsecos da laringe durante o processo de fonação, uma vez que foram treinados com os exercícios vocais nas 12 sessões de terapia.

Entre os exercícios treinados, temos a técnica de sons vibrantes, também chamada de técnica de vibração, que é um excelente recurso para facilitar uma emissão normotensa e equilibrar a ressonância, favorecendo o fechamento glótico e otimizando a produção vocal. A vibração de lábios e/ ou língua tem como objetivo aumentar a mobilização da onda mucosa das pregas vocais, equilibrar a CPFA e reduzir o esforço à fonação, propiciando vozes mais estáveis (Behlau et al., 2005).

Quanto ao Grupo 2, comparando os valores da variabilidade da F0 na vogal sustentada (tabela 7, figuras 15 e 17), nota-se que ocorreu um aumento discreto do valor nos indivíduos do sexo masculino com resultado estatisticamente significativo, podendo ter ocorrido ao acaso, ao compararmos os momentos 1 e 2. Não observamos alterações nos valores dos indivíduos do sexo feminino em relação aos dois momentos de gravação.

Ao analisarmos isoladamente os valores obtidos da variabilidade da F0 para ambos os sexos do Grupo 1, podemos perceber que o sexo feminino apresentou valores superiores e com mais alterações nesse parâmetro vocal em relação ao sexo masculino. Talvez essa seja uma das razões por que as mulheres apresentar melhores resultados na vF0, mesmo que os homens também tenham tido valores superiores em relação à normalidade. Outra razão para justificar melhores resultados vocais nos valores da frequência fundamental e de sua variabilidade pode ser o fato de as mulheres terem se comprometido mais com os exercícios, com o treinamento vocal em casa e com o conceito da fonoterapia da voz de um modo geral em relação aos homens de nossa amostra.

Ao compararmos a variação dos resultados da variabilidade da F0 entre o Grupo 1 e o Grupo 2 (figura 18), encontramos resultados estatisticamente significantes nos indivíduos do sexo feminino, o que demonstra que esse parâmetro vocal diferenciou os dois grupos estudados: com e sem terapia vocal, mesmo com uma amostra pequena. Não foram observados os mesmos resultados na diferença da variação entre os dois grupos no sexo masculino.

As técnicas de intervenção atuam sobre as questões fisiológicas necessárias para melhorar as condições estruturais e funcionais do sistema vocal (Ruotsalainen et al.; 2007).

A reabilitação vocal tem como objetivo melhorar a produção vocal e a qualidade de vida nos aspectos relacionados à voz. Muitos esforços estão sendo feitos para que a prática clínica fonoaudiológica seja baseada em evidências, o que inclui o desenvolvimento de protocolos terapêuticos específicos como opção para o aprimoramento clínico e científico (Behlau et al., 2013).

Em nosso protocolo de terapia, procuramos, de um modo geral, propor os exercícios vocais e controlar o tempo de execução dos mesmos em minutos, especialmente após observar um melhor aprendizado por parte dos pacientes, conforme proposto por Menezes et al., 2005; Menezes et al., 2011.

Para indivíduos sem alterações estruturais das pregas vocais e normofônicos, a recomendação dos autores é utilizar 3 minutos da técnica de vibração sonorizada de língua para as mulheres, e 5 minutos para os homens. Foram obtidos com essa duração os melhores resultados no estudo quanto à qualidade vocal e aos efeitos laríngeos dos participantes, sem apresentar sinais de fadiga vocal (Menezes et al., 2005).

O tempo de execução do exercício deve ter aumento gradual para favorecer adaptações musculares, funcionais e metabólicas das pregas vocais, respeitando a individualidade biológica do paciente e o princípio da sobrecarga ao se estruturar um programa de treinamento vocal (Menezes et al., 2011).

Em nosso protocolo de terapia com os implantados, como utilizamos mais de um exercício vocal por sessão, procuramos evoluir o tempo de execução dos mesmos de acordo com a realização correta da técnica, sempre observando possíveis sinais de fadiga vocal. Além disso, as técnicas vocais foram trabalhadas de forma intercalada com o treinamento da fala quando previmos no protocolo mais do que 3 a 4 minutos de exercícios que exigissem mobilidade da onda mucosa e vibração das pregas vocais.

Foi possível observar ao longo desta pesquisa que para os implantados foi bastante difícil coordenar a expiração e a saída do fluxo aéreo durante a execução dos exercícios vocais de um modo geral, melhorando o desempenho ao logo do treinamento e das semanas de terapia, com melhora na CPFV, na qualidade e tempos mais prolongados do som produzido. As ações diretas do treinamento vocal são possíveis mediante a repetição dos exercícios propostos, provocando, ao longo do tempo, mudanças no padrão vocal inicial (Colton e Casper, 1996).

Observamos também que exercícios vocais utilizados com variação melódica — de grave a agudo retornando a grave — como vibração de lábios e/ ou língua, fonação no tubo *Lax Vox* e fonação nos canudos com a presença do glissando ascendente e descendente, foram as tarefas vocais mais difíceis de serem executadas pelos participantes do protocolo de terapia (Grupo 1). Nesses tipos de exercícios, é necessário alongar e encurtar as pregas vocais



com um aumento da pressão subglótica, utilizando forças de tração. O alongamento coloca a estrutura muscular em estiramento com a finalidade de aumentar a amplitude do movimento, permitindo uma maior flexibilidade da voz (Pinho, 2014). Esse recurso, de modo geral, é bastante importante no treinamento dos aspectos suprasegmentais da fala, como a prosódia e a flexibilidade global da voz.

Conforme descrito no protocolo de terapia vocal, os pacientes do Grupo 1 também passaram por treinamento de fala das plosivas do português brasileiro utilizando-se de pistas auditivas, táteis, sinestésicas e visuais — com auxílio da espectrografia.

O espectrograma, produzido através da espectrografia acústica, é um gráfico com registro tridimensional que apresenta o tempo no eixo horizontal, a frequência no eixo vertical e a intensidade no grau de escurecimento das marcas do registro vocal. Esse gráfico oferece dados sobre a voz como um todo: fontes do som, sejam de natureza glótica, friccional ou sobre as características de ressonância do trato vocal. Os principais dados obtidos do espectrograma são as características temporais da onda sonora, tais como: regularidade do traçado, definição da frequência ou intensidade, formantes das vogais ou as regiões de incremento de energia das consoantes (Behlau, 2001).

Para os sons plosivos, um dos parâmetros de grande importância é o VOT, que representa a distância no tempo entre o início da vibração das pregas vocais e a soltura da oclusão supraglótica do som, podendo ser positivo para os sons surdos e negativo ou zero para os sonoros (Behlau et al.; 1988b).

Em relação à produção consonantal, o tempo da ação valvular da laringe deve ser considerado um mecanismo fisiológico subjacente às características

acústicas de início e fim da pulsão glótica, da intensidade da soltura da oclusão do som plosivo, da atenuação do primeiro formante, do início da transição dos formantes e das perturbações da frequência fundamental (Behlau et al.; 1988b).

Em relação aos resultados do treinamento do VOT com os pacientes implantados do Grupo 1, observa-se produção adequada na maioria das amostras analisadas das plosivas surdas [p], [t] e [k] nos dois momentos de gravação, não ocorrendo diferenças estatisticamente significantes antes e após o treinamento (figuras 19, 21 e 23). Assim, a maioria das amostras de fala foi classificada como adequada (+), havendo ausência de barra de sonoridade prévia à plosão.

Nota-se também que os pacientes já apresentavam VOT classificado como adequado (+) para o [p], [t] e [k] previamente a realização do treinamento (momento 1), com resultados de acerto acima de 80% para as três consoantes surdas. Esses últimos dados podem justificar as poucas diferenças entre os momentos de avaliação 1 e 2 e, por essa razão, não podemos supor que o treinamento proposto não foi efetivo.

Resultados semelhantes foram observados no Grupo 2 nos momentos 1 e 2 (figuras 19, 21 e 23) para as consoantes [p], [t] e [k].

Quando o início do vozeamento precede a soltura articulatória, chamamos de VOT positivo (+) (Kent e Read, 2015). Considerando-se os sons surdos, os valores de VOT são menores nas produções bilabiais [p], seguidas pelas anteriores [t] e, por fim, pelas posteriores [k] (Behlau et al.; 1988 b).

Durante a produção de uma plosiva sonora, observa-se uma pré-sonoridade antecedente à soltura da oclusão, que corresponde à vibração das

pregas vocais, não sendo verificado o mesmo nos fonemas surdos (Melo et al., 2012).

Em relação aos resultados do treinamento com as consoantes sonoras [b] e [d], observa-se maior classificação de produção adequada dessas consoantes no momento 2 de gravação, verificando-se diferenças estatisticamente significantes entre os dois momentos (antes e após a realização do protocolo de terapia). Dessa forma, no momento 2 (após a terapia) houve maior quantidade de amostras de fala classificadas como VOT negativo (-), observando-se a presença de barra de sonoridade prévia à plosão (figuras 20 e 22).

Nossos achados concordam com a afirmação de que a surdez pode prejudicar a detecção de pistas acústicas importantes na percepção do vozeamento (Boothroyd, 1984; Melo et al., 2012). A deficiência auditiva afeta a percepção dos sons de fala, a habilidade de discriminar aspectos espectrais e temporais do sinal acústico, e prejudica a identificação dos contrastes de fala (Barzagui et al., 2007).

Madureira et al. (2002) também não observou ocorrência de VOT negativo na produção das plosivas vozeadas nem diferenças entre as medidas de duração das consoantes vozeadas e não vozeadas no falante com deficiência auditiva.

Por outro lado, Uchanski e Geers (2003) compararam características acústicas da fala de crianças surdas implantadas precocemente (até os 4 anos de idade) e verificaram quanto ao VOT que, das 181 crianças implantadas, 92% das amostras de [t] e [d] foram consideradas com VOT adequado, isto é, como “boas plosivas”.

Também no estudo de Cysneiros et al. (2016) os resultados encontrados sugerem a existência de relação positiva entre produção vocal e percepção auditiva em usuários de implante coclear, assim como indica que o tempo de implantação apresenta influência positiva nessa relação.

Os resultados do Grupo 2 quanto à produção das mesmas plosivas [b] e [d] em relação aos momentos 1 e 2 não mostraram mudanças e resultados estatisticamente significantes (figuras 20 e 22).

Quanto aos resultados obtidos em nossa pesquisa com o treinamento da consoante [g], observa-se que esse foi o fonema que os deficientes auditivos implantados apresentaram maior dificuldade de produzir em ambos os grupos. Apesar do Grupo 1 ter apresentado certa melhora e aumento no número de acertos, os resultados não se mostraram estatisticamente significantes (figura 24).

Os resultados do Grupo 2 quanto à produção da consoante [g] em relação aos momentos 1 e 2 também não se mostraram diferentes na análise do VOT (figura 24).

Behlau et al. (1988b) verificou que quanto ao VOT em indivíduos adultos ouvintes nas plosivas sonoras, houve uma tendência menor para a pré-sonoridade na consoante velar [g], com valores inferiores em relação ao [b] e [d]. Além disso, considerando-se as três plosivas sonoras, alguns falantes utilizam mais frequentemente a pré-sonoridade de maior duração em relação aos demais. Por outro lado, para Kent e Read (2015) a plosiva [g], classificada como velar, tem valores de VOT mais longos em sua produção.

Os nossos resultados estão de acordo tendo em vista o que observamos nos pacientes do Grupo 1 durante o treinamento de fala. Mesmo com o auxílio

da imagem espectrográfica mostrando a barra de sonoridade durante uma emissão correta, os pacientes apresentaram maiores dificuldades no aprendizado e treinamento do [g]. O fato dessa consoante sonora ter um ponto articulatorio mais posteriorizado na cavidade oral provavelmente dificultou a percepção e a produção adequada da mesma.

Já no treinamento das consoantes plosivas sonoras [b] e [d], por terem pontos articulatorios mais anteriorizados e intermediários, respectivamente, percebemos uma maior facilidade de produção dos mesmos ao longo do protocolo de terapia. No entanto, acreditamos que a imagem da barra de sonoridade visualizada no espectro durante o treinamento auxiliou e acelerou o processo de aprendizagem, sendo uma pista bastante importante, além da percepção acústica do som favorecido pelo IC.

O uso concomitante do *feedback* tátil sinestésico e visual como recurso terapêutico mostrou um aproveitamento melhor durante o atendimento dos implantados, promovendo mudanças rápidas e efetivas, assim como no apoio de um novo *feedforward*.

Os recursos computacionais também foram citados por Ramos et al. (2004) como eficientes na terapia fonoaudiológica com deficientes auditivos. A análise acústica da voz de pacientes implantados pode ser uma forma de avaliação objetiva do progresso da fala e da reabilitação (Szyfter et al., 1996).

Como já apontado, deficientes auditivos implantados tardiamente apresentam alterações mais acentuadas de voz e fala. Os sons da fala são formados por meio do sinal de voz e pela forma da sua articulação no trato vocal e a falta de *feedback* auditivo adequado altera a produção e o controle dos mesmos (Seifert et al., 2002).

Em estudo com crianças implantadas, verificou-se que quanto maior o reconhecimento de consoantes, menor o desvio geral da qualidade vocal e da ressonância. As crianças que possuem melhor habilidade de percepção de sons da fala apresentam menores desvios perceptivo-auditivos na qualidade vocal (Coelho et al., 2009).

Como já bem colocado, o processo de fonação ocorre ao mesmo tempo em que os articuladores produzem ativamente uma sequência significativa de fonemas. As mudanças na resistência ao fluxo de ar que ocorrem durante o processo de fonação influenciam, conseqüentemente, o sistema respiratório e a articulação dos sons da fala (Zemlin, 2000).

Por essa razão, acreditamos que o trabalho terapêutico de voz e fala com o deficiente auditivo implantado, oralizado e com recursos auditivos que possibilitem uma adequada percepção dos sons, deva ser multifatorial, englobando os conceitos de respiração, direcionamento do fluxo aéreo, CPFA, fonação, treinamento muscular das pregas vocais, foco ressonantal e articulação, conforme abordado em nosso protocolo terapêutico.

Ainda sim, deve-se considerar a importância e a necessidade do trabalho com os aspectos supra-segmentais da fala: prosódia, velocidade de fala, pausas e ênfases; treinamento dirigido dos outros fonemas que mostrem alterações (exemplo: os fonemas fricativos); além de promover uma melhor inteligibilidade da fala, geralmente prejudicada nos deficientes auditivos. Não foi possível abordar esses conceitos de forma dirigida em nosso protocolo pelo fato de termos realizado apenas 12 sessões de terapia com os pacientes do Grupo 1.

Entretanto, consideramos que a terapia proposta em nosso protocolo oferece subsídios para o início do treinamento de voz e fala do deficiente auditivo implantado, já que foram abordados os aspectos relacionados às tríades que envolvem o processo de comunicação: respiração, fonação e articulação.

Acreditamos também que a qualidade vocal e o foco de ressonância estão intimamente ligados aos aspectos articulatórios e de inteligibilidade de fala, sendo necessário, então, abordar todos esses conceitos para uma melhora global do padrão de comunicação dos deficientes auditivos, especialmente os indivíduos que foram implantados mais tardiamente e que apresentam alterações mais acentuadas de voz e fala.

Mesmo com os resultados positivos no Grupo 1 submetido ao protocolo de terapia vocal e de fala, verificamos que apenas 12 sessões semanais, ou seja, 3 meses de fonoterapia, não foram suficientes para trabalhar todas as necessidades da nossa amostra. Além disso, parece ser necessário mais tempo de terapia com esses indivíduos para promover melhor automatização dos conceitos aprendidos na fala espontânea.

Sugerimos novas pesquisas com a continuidade do protocolo, abordando também os aspectos supras-segmentais e a inteligibilidade da fala, assim como o aumento do número da amostra.

## **6 Conclusões**

---

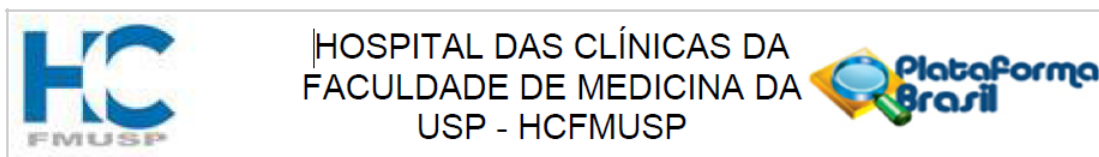


- 
- Os deficientes auditivos pré-linguais adultos implantados submetidos à intervenção vocal apresentaram melhora do grau geral da voz e redução da instabilidade vocal.
  - Os deficientes auditivos pré-linguais adultos implantados submetidos à intervenção vocal apresentaram modificações no grau da alteração da ressonância.
  - Os deficientes auditivos pré-linguais adultos implantados do sexo feminino submetidos à intervenção vocal apresentaram redução da variabilidade da frequência fundamental. O mesmo não ocorreu com indivíduos do sexo masculino.
  - Ocorreram adequações no *Voice Onset Time* (VOT) das consoantes plosivas [b] e [d] nos deficientes auditivos pré-linguais adultos implantados após o treinamento específico da fala com auxílio da espectrografia.

## **7 Anexos**

---

(ANEXO A)

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Análise da voz pós uso de implante coclear e reabilitação vocal

**Pesquisador:** Maria Valéria Schmidt Goffi-Gomez

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 32871714.5.0000.0068

**Instituição Proponente:** Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 796.438

**Data da Relatoria:** 03/09/2014

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de projeto de doutorado voltado ao estudo da produção da voz em pacientes adultos com surdez pré lingual. A produção da fala e da voz engloba quatro fases: respiração, fonação articulação e ressonância. No entanto, não se pode falar em produção de voz sem citar o papel do mecanismo de feedback auditivo, que propicia o monitoramento e a calibração da articulação e da produção acústica dos segmentos de fala. A restrição ao feedback auditivo apresenta impactos negativos na produção de aspectos segmentais da fala e nos parâmetros vocais do deficiente auditivo.

Os pesquisadores referem que embora a literatura aponte que o uso do implante coclear possa trazer benefícios para a produção vocal, não são bem descritas as vantagens trazidas pelo implante coclear para a produção vocal, e nem como essas vantagens podem beneficiar o processo terapêutico.

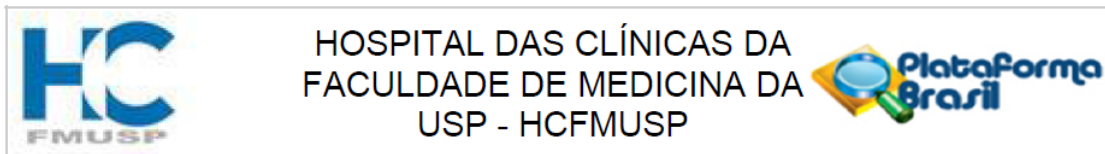
**Objetivo da Pesquisa:**

Verificar o efeito da reabilitação auditiva sobre os parâmetros vocais (perceptivos e acústicos) em indivíduos adultos com deficiência auditiva pré-lingual.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

O risco é mínimo. Serão registradas amostras de fala para análise e aplicados exercícios em 12 sessões de terapia vocal.

**Endereço:** Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar  
**Bairro:** Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010  
**UF:** SP **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 796.438

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Os resultados podem contribuir para o conhecimento da função vocal em adultos com surdez pré-lingual.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos de apresentação obrigatória foram reformulados e se apresentam de forma adequada.

**Recomendações:**

Foram atendidas as recomendações emitidas no parecer anterior.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o projeto conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c) apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; d) manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; e) encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; f) justificar perante ao CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

SAO PAULO, 18 de Setembro de 2014

---

Assinado por:  
**ALFREDO JOSE MANSUR**  
(Coordenador)

(ANEXO B)

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

---

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL**

1. NOME: :.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : ..... SEXO : M ( . ) . F ( . )

DATA NASCIMENTO: .....]......]......

ENDEREÇO ..... Nº ..... APTO: .....

BAIRRO: ..... CIDADE .....

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....) .....

2.RESPONSÁVEL LEGAL .....

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.) .....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE : .....SEXO: M . F .

DATA NASCIMENTO: : .....]......]......

ENDEREÇO: ..... Nº ..... APTO: .....

BAIRRO: ..... CIDADE: .....

CEP: ..... TELEFONE: DDD (.....).....

---

**DADOS SOBRE A PESQUISA**

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: **ANÁLISE DA VOZ PÓS USO DE IMPLANTE  
COCLEAR E REABILITAÇÃO VOCAL**

PESQUISADOR: **Maria Valéria S. Goffi-Gomez**

CARGO|FUNÇÃO: **Fonoaudióloga**

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº **4264|SP**

UNIDADE DO HCFMUSP: **Setor de Fonoaudiologia do Departamento de  
Otorrinolaringologia do HC-FMUSP**

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO

RISCO MÉDIO

RISCO BAIXO

RISCO MAIOR

4.DURAÇÃO DA PESQUISA : 24 meses

Rubrica do sujeito de pesquisa ou responsável \_\_\_\_\_

Rubrica do pesquisador \_\_\_\_\_

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

As informações abaixo estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que possui o objetivo de estudar a voz de deficientes auditivos com surdez pré-lingual usuários de implante coclear, isto é, que adquiriram a perda auditiva antes de desenvolverem linguagem oral. E verificar os resultados de um protocolo de terapia vocal desenvolvido para tentar melhorar a voz, que costuma ter a sua qualidade alterada devido à deficiência auditiva.

Serão realizadas gravações de vozes em um computador em dois momentos para posterior análise, que não acarretam nenhum incômodo.

Caso você participe do grupo que fará sessões de terapia de voz (grupo 1), as mesmas terão duração de 45 minutos, 1 vez por semana, no período de 12 semanas. O outro grupo fará apenas gravações de vozes (grupo 2) no mesmo período. No entanto, ao final desse estudo, após análise dos dados, todos os indivíduos do grupo 2 também terão a oportunidade de participar do protocolo de terapia vocal.

Você também passará por um exame de laringe com o intuito de verificar se suas cordas vocais são normais. Esse exame é simples e será realizado por um médico otorrinolaringologista do HC-FMUSP, com duração aproximada de dez minutos.

A sua identidade bem como a gravação da voz serão mantidos em sigilo.

O seu acompanhamento médico é independente da sua participação neste estudo, e seu atendimento não será prejudicado caso você não queira participar dele.

Sua participação é voluntária e você não receberá nenhuma remuneração ou benefícios. Também poderá cancelar esta autorização a qualquer momento sem necessidade de justificativa.

Este estudo não traz qualquer interferência ou prejuízo a sua saúde.

Garantia de acesso: em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Dra Maria Valéria S. Goffi-Gomez, que pode ser encontrada no ambulatório de Otorrinolaringologia, no setor de implante coclear, no telefone 2661-9491. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de



**(ANEXO C)****Protocolo de atendimento em Voz - Implante Coclear**

Data: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

D.N: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Responsável \_\_\_\_\_

End: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_

Diagnóstico: \_\_\_\_\_

Etiologia \_\_\_\_\_

P.A pré-lingual: Sim ( ) Não ( )

**AUDIOMETRIA**

		250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	3kHz	4kHz	6kHz	8kHz
OD	IC								
OE	IC								

**Uso de AASI anterior:** Sim ( ) Não ( ) Quanto tempo? \_\_\_\_\_

Modelo / Marca: \_\_\_\_\_

**Uso de IC:** Sim ( ) Não ( ) Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Data da cirurgia: \_\_\_\_\_

Já fez ou faz fonoterapia: Sim ( ) Não ( ) Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Frequência por semana: \_\_\_\_\_

**Já teve alteração na voz?** Sim ( ) Não ( ) Qual? \_\_\_\_\_

Já fez fono para melhorar a voz? Sim ( ) Não ( ) \_\_\_\_\_

Já operou a laringe alguma vez? Sim ( ) Não ( ) \_\_\_\_\_

Possui mal formação na laringe? Sim ( ) Não ( ) \_\_\_\_\_

Possui mal formação labiopalatais? Sim ( ) Não ( ) \_\_\_\_\_

Possui alteração neurológica ou do SNC? Sim ( ) Não ( ) \_\_\_\_\_

Possui queixas quanto a produção ou uso da voz? Sim ( ) Não ( )



- ( ) rouquidão    ( ) voz muito grossa    ( ) voz muito fina  
( ) “ar” na voz    ( ) intensidade fraca    ( ) intensidade forte  
( ) perda da voz    ( ) dor ao falar    ( ) cansaço ao falar  
( ) sensação que o ar falta    ( ) dificuldade de ser entendido  
( ) outros \_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### **PROTOCOLO DE GRAVAÇÃO — TAREFAS VOCAIS**

- Vogal sustentada [a]: três amostras da emissão.
- Leitura de seis frases balanceadas foneticamente do protocolo CAPE-V proposto pela ASHA (2003), adaptadas para o português brasileiro por Behlau (2004), sendo elas: “Érica tomou suco de pera e amora”, “Sônia sabe sambar sozinha”, “Olha lá o avião azul”, “Agora é hora de acabar”, “Minha mãe namorou um anjo”, “Papai trouxe pipoca quente”.
- Leitura de frases veículos: três amostras
  - Diga pata baixinho.
  - Diga bata baixinho.
  - Diga tata baixinho.
  - Diga data baixinho.
  - Diga cata baixinho.
  - Diga gata baixinho.

## (ANEXO D)

---

**PROTOCOLO CAPE-V**


---

Paciente número: \_\_\_\_\_

Os parâmetros da qualidade vocal serão preenchidos a partir das seguintes tarefas:

1. Vogal sustentada durante 3 a 5 segundos
2. Produção das seguintes sentenças:
 

<i>a. Érica tomou suco de pêra e amora.</i>	<i>d. Agora é hora de acabar.</i>
<i>b. Sônia sabe sambar sozinha.</i>	<i>e. Minha mãe namorou um anjo.</i>
<i>c. Olha lá o avião azul.</i>	<i>f. Papai trouxe pipoca quente.  </i>
3. Fala espontânea a partir da frase: "Diga-me como está a sua voz"

LEGENDA: C = consistente    I = intermitente

GRAU GERAL	DI	MO	SE	C	I	SCORE _____ /100
RUGOSIDADE						_____ /100
SOPROSIDADE						_____ /100
TENSÃO						_____ /100
PITCH	indique a natureza do desvio de <i>pitch</i> _____					_____ /100
LOUDNESS	indique a natureza do desvio de <i>loudness</i> _____					_____ /100
_____						_____ /100
_____						_____ /100

 Comentários sobre a **ressonância**: NORMAL, OUTRA (descreva): \_\_\_\_\_

Características adicionais (por exemplo: diplofonia, som basal, falsete, astenia, afonia, instabilidade de frequência, tremor, qualidade molhada ou outras obs. relevantes): \_\_\_\_\_

## **8 Referências**

---

Allegro J, Papsin BC, Harrison RV, Campisi P. Acoustic analysis of voice in cochlear implant recipients with post-meningitic hearing loss. *Cochlear Implants Int.* 2010; Jun;11(2):100-16.

ASHA. Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). Sponsored by American Speech-Language-Hearing Association's Division 3: Voice and Voice Disorders, Department of Communication Science and Disorders, University of Pittsburgh [Internet]. June 10-11, 2002. [Cited 2017 Nov 1] Available from: [www.asha.org](http://www.asha.org).

Barzaghi L, Madureira S. Percepção de fala e deficiência de audição: elaboração de um procedimento de avaliação da percepção auditiva das plosivas do português Brasileiro. *Distúrb Comum.* 2005;17(1):87-99.

Barzaghi L, Barbosa K, El Malt SM. Deficiência de audição e contraste de vozeamento em oclusivas do português brasileiro: análise acústica e perceptiva. *Distúrb Comum.* 2007;19(3):343-55.

Behlau MS, Pontes PAL, Tosi O, Ganança MM. Análise perceptual acústica das vogais do Português falado em São Paulo. *Acta AWHO.* 1988a;(7):67-73.

Behlau MS, Pontes PAL, Tosi O, Ganança MM. Análise do tempo de início de sonorização dos sons plosivos do português. *Acta AWHO.* 1988b;(7):86-97.

Behlau M, Madazio G, Feijó D, Pontes P. Avaliação da voz. In: Behlau M. *Voz: O livro do especialista.* Rio de Janeiro: Revinter; 2001. v.1.

Behlau M. Consensus Auditory – Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2004a;9(3):187-9.

Behlau M. Técnicas Vocais. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO, organizadores. Tratado de Fonoaudiologia. 1 ed. São Paulo: Roca; 2004b.

Behlau M, Madazio G, Andrade D, Azevedo R, Gielow I, Rehder MI. Aperfeiçoamento vocal e tratamento fonoaudiológico nas disfonias. In: Behlau MS, organizadores. Voz: O livro do especialista. São Paulo: Revinter; 2005. v.2.

Behlau M, Pontes P, Vieira VP, Yamazaki R, Madazio G. Presentation of the Comprehensive Vocal Rehabilitation Program for the treatment of behavioral dysphonia. CoDAS. 2013;25(5):492-6.

Bento RF, Brito Neto RV, Castilho AM, Goffi-Gomez MVS, Sant'Anna SBG, Guedes MC. Auditory results with multichannel cochlear implant in patients submitted to cochlear implant surgery at University of São Paulo Medical School - Hospital das Clínicas. Braz J Otorhinolaryngol. 2004;7(5):632-7.

Bento RF. Implante coclear. In: Bento RF, Queiroz GMS, Pinna MH. Tratado de Otologia. 2 ed. São Paulo: Atheneu; 2013. p.425-56.

Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet. 1986;1:307e310.

Bland JM, Altman DG. Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. Lancet. 1995;346:1085e1087.

Bommarito S. O efeito de um método de terapia de voz na qualidade vocal e na inteligibilidade de fala de indivíduos surdos [Tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2000. 122 p.

Boone D, Mc Farlane S. The voice and voice therapy. 4 ed. New Englewood Cliffs, NJ: Pentice Hall; 1994. 244 p.

Boothroyd A. Auditory perception of speech contrasts by subjects with sensorineural hearing loss. *J Speech Hear Res.* 1984;27(1):134-44.

Brito R. Critérios de indicação de implante coclear em adultos. In: Bento RF, Lima Junior LRP, Tsuji RK, Goffi-Gomez MVS, Lima DVP, Brito R, editores. *Tratado de implante coclear e próteses auditivas implantáveis.* Rio de Janeiro: Thieme; 2014. p.203-4.

Campisi P, Low A, Papsin B, Mount R, Cohen-Kerem R, Harrison R. Acoustic analysis of the voice in pediatric cochlear implant recipients: a longitudinal study. *Laryngoscope.* 2005;115(6):1046-50.

Coelho ACC, Bevilacqua MC, Oliveira G, Behlau M. Relação entre voz e percepção de fala em crianças com implante coclear. *Pró-fono.* 2009;27(1):7-12.

Coelho AC, Brasolotto AG, Bevilacqua MC. Systematic analysis of the benefits of cochlear implants on voice production. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2012;24(4):395-402.

Coelho AC, Brasolotto AG, Fernandes ACN, de Souza Medved DM, da Silva EM, Júnior FB. Auditory-Perceptual Evaluation of Voice Quality of Cochlear-implanted and Normal-hearing Individuals: A Reliability Study. *J Voice.* 2017;31(6):774.e1-774.e8.

Colton R, Casper JK. Vocal Rehabilitation. In: Colton R, Casper JK. *Understanding voice problems: a physiological perspective for diagnosis and treatment.* 2 ed. Baltimore: Willians & Wilkins; 1996. p.270-89.

Cordeiro GF, Montagnoli AN, Nemr NK, Menezes MH, Tsuji DH. Comparative analysis of the closed quotient for lip and tongue trills in relation to the sustained vowel /ε/. *J Voice*. 2012 Jan;26(1):17-22.

Cysneiros HRS, Leal MC, Lucena JA, Muniz LF. Relação entre percepção auditiva e produção vocal em implantados cocleares: uma revisão sistemática. *Codas*. 2016;28(5):634-9.

Das B, Chatterjee I, Kumar S. Laryngeal aerodynamics in children with hearing impairment versus age and height matched normal hearing peers. *ISRN Otolaryngol*. 2013;2013:394604.

De Filipppe ACN, Grillo MHMM, Grechi TH. Normatização de medidas acústicas pra vozes normais. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2006;72(5):659-64.

Evans MK, Deliyski DD. Acoustic voice analysis of prelingually deaf adults before and after cochlear implantation. *J Voice*. 2007;21(6):669-82.

Guzman M, Higuera D, Fincheira C, Muñoz D, Guajardo C, Dowdall J. Immediate acoustic effects of straw phonation exercises in subjects with dysphonic voices. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2013a;38(1):35–45.

Guzman M, Laukkanen AM, Krupa P, Horacek J, JG Svec, Geneid A. Vocal tract and glottal function during and after vocal exercising with resonance tube and straw. *J Voice*. 2013b;27(4):523.e19-34.

Hanayama EM, Pinho SMR, Tsuji DH. Ressonância nasal. In: Pinho SMR, organizador. *Tópicos em Voz*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.

Hinderink JB, Mens LH, Brokx JP, van den Broek P. Performance of prelingually and postlingually deaf patients using single-channel or multichannel cochlear implants. *Laryngoscope*. 1995;105(6):618-22.

Hocevar-Boltezar I, Vatovec J, Gros A, Zargi M. The influence of cochlear implantation on some voice parameters. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2005;69(12):1635-40.

Jafari N, Drinnan M, Mohamadi R, Yadegari F, Nourbakhsh M, Torabinezhad F. A comparison of persian vowel production in hearing-impaired children using a cochlear implant and normal-hearing children. *J Voice.* 2016;30(3):340-4.

Joy JV, Deshpande S, Vaid DN. Period for Normalization of Voice Acoustic Parameters in Indian Pediatric Cochlear Implants. *J Voice.* 2017;31(3):391.e19–391.e25.

Kent RD, Read C. Características acústicas das consoantes. In: Kent RD, Read C. *Análise acústica da fala.* São Paulo: Cortez; 2015.

Leder SB, Spitzer JB. Longitudinal effects of single-channel cochlear implantation on voice quality. *Laryngoscope.* 1990;100(4):395-98.

Lejska M. Voice field measurements: a new method of examination: the influence of hearing on the human voice. *J Voice.* 2004;18(2):209-15.

Madureira S, Barzaghi L, Mendes B. Voicing contrasts and the deaf: production and perception issues. In: Windsor F, Kelly MI, Hewlet N, editors. *Themes in clinical phonetics and linguistics.* London: Lawrence Erlbaum; 2002. p.419-28.

Melo RM, Mota HB, Mezzomo CL, Brasil BC, Lovatto L, Arzeno L. Desvio fonológico e a dificuldade com a distinção do traço [voz] dos fonemas plosivos – dados de produção e percepção do contraste de sonoridade. *Rev. CEFAC.* 2012 Jan-Fev;14(1):18-29.

Menezes MH, Duprat AC, Costa HO. Vocal and Laryngeal Effects of Voiced Tongue Vibration Technique According to Performance Time. *J Voice.* 2005;19(1):61–70.



Menezes MHM, Ubrig-Zancanella MT, Cunha MGB, Cordeiro GF, Nemr K, Tsuji DH. The Relationship Between Tongue Trill Performance Duration and Vocal Changes in Dysphonic Women. *J Voice*. 2011;25(4):e167-75.

Miller S. Voice therapy for vocal fold paralysis. *Otolaryngol Clin North Am*. 2004;37(1):105–19.

Monini S, Banci G, Bárbara M, Argiro MT, Filippo R. Clarion Cochlear implant: short-term effects on voice parameters. *Am J Otol*. 1997;18(6):719-25.

Niebudek-Bogusz E, Sznurowska-Przygocka B, Fiszler M, Kotyło P, Sinkiewicz A, Modrzewska M, Sliwiska-Kowalska M. The effectiveness of voice therapy for teachers with dysphonia. *Folia Phoniatr Logop*. 2008;60(3):134-41.

Pacheco C. Sistema ressonantal – ajustes articulatórios e de ressonância. In: Pacheco C, Baê T. *Canto: equilíbrio entre o corpo e som: princípios da fisiologia vocal*. 1 ed. São Paulo: Irmãos Vitale; 2006.

Paes SM, Zambon F, Yamazaki R, Simberg S, Behlau M. Immediate Effects of the Finnish Resonance Tube Method on Behavioral Dysphonia. *J Voice*. 2013;27(6):717-22.

Pan T, Ma F, Cao K, Song W, Wei C, Cui W. The changes of fundamental frequency and formants of vowel in cochlear implant pre-lingual children of different age. *Lin Chuang Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi*. 2005;19(4):145-8.

Partone C, Johns MM 3rd, Hapner ER. A review of patient adherence to the recommendation for voice therapy. *J Voice*. 2008;22(2):192-6.

Pimenta RA, Dájer ME, Hachiya A, Cordeiro GF, Tsuji DH, Montagnoli AN. High-speed kymography identifies the immediate effects of voiced vibration in healthy vocal folds. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2013;17(1):74-9.

Pinho SR. Proposta de avaliação da voz no deficiente auditivo. *Pró-Fono*. 1990;2(1):17-9.

Pinho SMR. Terapia Vocal. In: Pinho SMR, organizador. *Tópicos em Voz*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.

Pinho SMR, Camargo Z. Introdução à análise acústica da voz e da fala. In: Pinho SMR, organizador. *Tópicos em Voz*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.

Pinho SMR. *Fundamentos em Fonoaudiologia: tratando os distúrbios da voz*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2003.

Pinho SMR, Korn G, Pontes P. *Músculos Intrínsecos da Laringe e Dinâmica Vocal*. Rio de Janeiro: Revinter; 2014. v.1.

Ramos SM. Voz e fala do deficiente auditivo. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO, organizadores. *Tratado de Fonoaudiologia*. 1 ed. São Paulo: Roca; 2004.

Roy N, Weinrich B, Gray SD, Tanner K, Stemple JC, Sapienza CM. Three treatments for teachers with voice disorders: a randomized clinical trial. *J Speech Lang Hear Res*. 2003 Jun;46(3):670-88.

Ruotsalainen JH, Sellman J, Lehto L, Jauhiainen N, Verbeek JH. Interventions for preventing voice disorders in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007 Oct 17;(4):CD006372.

Russo I, Behlau M. Considerações gerais sobre a produção dos sons da fala. In: Russo I, Behlau M. *Percepção da fala: análise acústica do português Brasileiro*. São Paulo: Lovise; 1993.

Seifert E, Oswald M, Bruns U, Vischer M, Kompis M, Haeusler R. Changes of voice and articulation in children with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2002;66(2):115-23.

Selleck MA, Sataloff RT. The impact of auditory system on phonation: a review. *J Voice.* 2014;28(6):688-93.

Sihvo M. Lax Voice Tube. Copenhagen, Dinamarca, 2007, IALP Congress e PEVOC 2007, Groningen, Países Baixos.

Simberg S, Laine A, Sala E, Ronnema AM. Prevalence of voice disorders among future teachers. *J Voice.* 2000;14(2):231-5.

Simberg S, Laine A, Sala E, Ronnema AM. The effectiveness of group therapy for students with mild voice disorders: a controlled clinical Trial. *J Voice.* 2006;20(1):97-109.

Souza LBR, Bevilacqua MC, Brasolotto AG, Coelho AC. Cochlear implanted children present vocal parameters within normal standards. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2012;76(8):1180-3.

Speyer R. Effects of voice therapy: a systematic review. *J Voice.* 2008 Sep;22(5):565-80.

Story B, Laukkanen AM, Titze IR. Acoustic impedance of an artificially lengthened and constricted vocal tract. *J Voice.* 2000;14(4):445-69.

Stemple JC, Lee L, D'Amico B, Pickup B. Efficacy of vocal function exercises as a method of improving voice production. *J Voice.* 1994 Sep;8(3):271-8.

Szyfter W, Pruszeuics A, Woznica, B., Swidzinski P., Szymiec E, Karlik M. The acoustic analysis of voice in patients with multi-channel cochlear implant. *Rev Laryngol Otol Rhinol.* 1996;117(3):225-7.

Teixeira LC, Behlau M. Comparison Between Vocal Function Exercises and Voice Amplification. *J Voice*. 2015 Nov;29(6):718-26.

Titze IR. Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rationale and scientific underpinnings. *J Speech Lang Hear Res*. 2006;49(2):448–59.

Tobey EA, Geers AE, Brenner C, Altuna D, Gabbert G. Factors associated with development of speech production skills in children implanted by age five. *Ear Hear*. 2003;24(1 Suppl):36S-45S.

Tyrmi J, Radolf V, Horáček J, Laukkanen AM. Resonance Tube or Lax Vox? *J Voice*. 2017;31(4):430–7.

Ubrig MT, Goffi-Gomez MVS, Weber R, Menezes MHM, Nemr NK, Tsuji DH, Tsuji RK. Voice Analysis of Postlingually Deaf Adults Pre- and Postcochlear Implantation. *J Voice*. 2011;25(6):692-9.

Uchanski RM, Geers AE. Acoustic Characteristics of the Speech of Young Cochlear Implant Users: A Comparison with Normal-Hearing Age-Mates. *Ear Hear*. 2003;24(1 Suppl): 90S-105S.

Verdolini K. Resonant voice therapy. In: Stemple JC, editor. *Voice therapy: clinical studies*. San Diego, CA: Singular; 2000. p.46-61.

Waldstein RS. Effect of postlingual deafness on speech production: implication for the role of auditory feedback. *J Acoust Soc Am*. 1990;88(5):2099-114.

Yamazaki R, Murano EZ, Gebrim E, Hachiya A, Montagnoli A, Behlau M, Tsuji D. Vocal Tract Adjustments of Dysphonic and Non-Dysphonic Women Pre- and Post-Flexible Resonance Tube in Water Exercise: A Quantitative MRI Study. *J Voice*. 2017a;31(4):442–54.

Yamazaki R, Madazio G, Leão SHS, Padovani M, Azevedo R, Behlau M. Auditory-perceptual Evaluation of Normal and Dysphonic Voices Using the Voice Deviation Scale. *J Voice*. 2017b;31(1):67–71.

Zhang Y, Jiang JJ. Acoustic analyses of sustained and running voices from patients with laryngeal pathologies. *J Voice*. 2008;22(1):1-9.

Zemlin W. *Princípios de anatomia e fisiologia em fonoaudiologia*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed; 2000.