

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

**MODIFICAÇÕES VOCAIS E LARÍNGEAS IMEDIATAS
EM MULHERES APÓS A TÉCNICA DE FONAÇÃO EM
TUBO DE VIDRO IMERSO EM ÁGUA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Joziane Padilha de Moraes Lima

Santa Maria, RS, Brasil.

2013

**MODIFICAÇÕES VOCAIS E LARÍNGEAS IMEDIATAS EM
MULHERES APÓS A TÉCNICA DE FONAÇÃO EM TUBO DE
VIDRO IMERSO EM ÁGUA**

Joziane Padilha de Moraes Lima

Dissertação (modelo alternativo) apresentada ao Curso de Mestrado de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Área de Concentração em Fonoaudiologia e Comunicação Humana – Clínica e Promoção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana**

**Orientador: Dra. Carla Aparecida Cielo
Coorientador: Dr. Fabrício Scapini**

Santa Maria, RS, Brasil.

2013

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências da Saúde
Departamento de Fonoaudiologia
Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação
Humana**

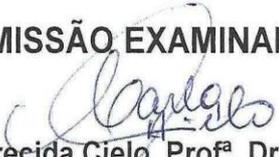
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de
Mestrado

**MODIFICAÇÕES VOCAIS E LARÍNGEAS IMEDIATAS EM MULHERES APÓS A
TÉCNICA DE FONEAÇÃO EM TUBO DE VIDRO IMERSO EM ÁGUA**

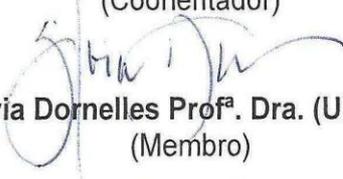
elaborada por
Joziane Padilha de Moraes Lima

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana

COMISSÃO EXAMINADORA:


Carla Aparecida Cielo, Profª. Dra. (UFSM-RS)
(Presidente, Orientadora)


Fabrício Scapini, Profº.Dr.
(Coorientador)


Sílvia Dornelles Profª. Dra. (UFRGS)
(Membro)


Ana Paula Blanco-Dutra, Profª.Dra. (UFSM)
(Membro)

Santa Maria, 4 de março de 2013

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Lima, Joziane Padilha de Moraes

Modificações vocais e laríngeas imediatas em mulheres após a técnica de fonação em tubo de vidro imerso em água / Joziane Padilha de Moraes Lima.-2013.

132 p.; 30cm

Orientadora: Carla Aparecida Cielo

Coorientador: Fabrício Scapini

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, RS, 2013

1. Voz 2. Fonoterapia 3. Fonação 4. Pregas 5. Vocais
I. Cielo, Carla Aparecida II. Scapini, Fabrício III.
Título.

© 2013

Todos os direitos autorais reservados a Joziane Padilha de Moraes Lima.
A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com a autorização por escrito do autor.

Endereço: Alfredo Tonetto, 404 – Camobi – Santa Maria – RS. CEP: 97110-802

Fone: (55) 91410709; End. Eletr: jozimoraeslima@gmail.com

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, em primeiro lugar, pela presença constante durante esses anos, por ter me proporcionado esta conquista e por ter me dado forças para seguir em frente mesmo nos momentos de dificuldades. *Esperei no Senhor e Ele renovou as minhas forças, corri e não me cansei, caminhei e não me fatiguei* (Isaías 40:31).

Aos meus pais, **Hélio Jairo de Moraes Lima e Jucelene Freitas Padilha**, que sempre me incentivaram a estudar, que foram responsáveis pela minha educação e que sempre me deram o exemplo de responsabilidade, honestidade, confiança, caráter e amor. Obrigada por estarem ao meu lado em cada momento desta caminhada, me dando força e sempre confiando em mim. Vocês são o meu alicerce. Amo vocês!

Ao meu noivo **Cristofer Pedrozo** que, com muito amor, sempre me incentivou a realizar meus sonhos, que esteve comigo em todos os momentos, na alegria e na tristeza, me dando força, amor e carinho. Obrigada por ter me auxiliado na organização dos materiais para as juízas, formatação da dissertação, pelos abraços nas horas difíceis, pelas palavras de incentivo, pelo teu amor sincero. Te amo!

Ao meu irmão **Jairo Lima, minha cunhada Carem Machado e ao Juninho** que sempre estiveram dispostos a me ajudar, sempre orando por mim e torcendo pela minha vitória. Agradeço por ter um irmão tão maravilhoso que admiro muito.

À minha orientadora Prof^a Dra. **Carla Aparecida Cielo** que sempre foi um exemplo para mim e que me ajudou a crescer muito, tanto na vida profissional quanto pessoal. A esta pessoa admirável, responsável, ética, querida, esforçada e que sempre demonstrou amor pela sua profissão. Obrigada por estar sempre disposta a me ajudar, por ter sido uma orientadora extremamente dedicada e por tudo que me ensinastes nesses anos. O que aprendi contigo, levarei para vida toda!

Ao meu coorientador Dr. **Fabício Scapini**, um médico responsável, ético e esforçado, que esteve ao meu lado durante todas as coletas do mestrado, que se disponibilizou a realizar todas as avaliações otorrinolaringológicas, que colocou à disposição seu consultório para a realização da pesquisa e, além disso, sempre se mostrou disposto a me ajudar. Obrigada pela paciência, por todas as considerações feitas na dissertação e por ter se disponibilizado para coleta, muitas vezes até às 22 horas, mesmo depois de um dia inteiro de trabalho.

À minha amiga **Tatiana Teixeira**, a qual é a prova de que uma amizade verdadeira dura para sempre. Obrigada por estar ao meu lado durante esses 20 anos, sempre me dando força, torcendo pela minha vitória, acreditando em mim e alegrando os meus dias. Obrigada também pelas inúmeras correções que fizestes na minha dissertação e demais artigos. Você é muito especial para mim!

À minha amiga **Renata Camargo** que desde o início da graduação, mesmo distante, nunca deixou de ligar ou mandar recados para saber como eu estava. Sempre me incentivou a lutar pelos meus sonhos, assim como ela luta incessantemente pelos seus. Obrigada pela sua amizade admirável, pelo seu carinho e companheirismo de sempre.

À minha amiga Fga. **Bruna Gonçalves** que desde a graduação esteve sempre ao meu lado. Além de amiga, foi minha colega, parceira de artigos (e continua sendo) e TCC. Aprendemos muitas coisas juntas, inclusive a escrever resumos e artigos (não dá para esquecer o primeiro!). Obrigada pelo incentivo, amizade, atenção e companheirismo de sempre.

À minha amiga Fga. **Mara Christmann** que me surpreendeu a cada dia desde o início de mestrado. Meses foram passando e parecia que eu a conhecia há anos. Admiro muito a sua dedicação, inteligência, persistência e força de vontade. Obrigada pela ajuda, pelos ensinamentos, por ter me auxiliado tanto em todas as etapas do mestrado, por responder tantas mensagens e *email's* desesperados em horas inapropriadas e por ser uma colega de trabalho maravilhosa. Obrigada por toda atenção e por sua amizade sincera. Você é um grande exemplo para mim!

À minha amiga **Samanta Marques** que me auxiliou muito no último ano de mestrado. Obrigada pela sua amizade sincera, seu carinho, sua preocupação e sua disposição em me ajudar. Você torna os meus dias mais alegres!

À minha amiga Fga. **Andrielle Pacheco** que esteve ao meu lado (literalmente) durante todo o mestrado. Obrigada pelas visitas ao Labvoz e por me receber no laboratório de MO para conversarmos. Obrigada pelas inúmeras palavras de incentivo e de fé, pelos exemplos e por ser essa amiga tão especial e carinhosa.

À minha amiga querida **Fabiane Lovato**, que me ajudou com suas palavras e com inúmeras orações. Obrigada Fabinha pelo teu carinho, pela tua amizade e pelo exemplo que és para mim.

A todos os meus demais **familiares** que sempre me incentivaram e me deram força para que eu realizasse os meus sonhos.

Aos familiares do Cris, **minha segunda família**, que sempre me apoiaram e acreditaram nos meus sonhos e também às cunhadas Estela Reetz e Shirle Moraes.

À Fga. **Gabriele Bastilha** pelo auxílio na coleta e digitação de dados.

À fisioterapeuta **Leticia Frigo** pela parceria nas coletas e por toda ajuda durante o mestrado.

A todos os colegas do **Labvoz** que estiveram comigo nesses dois anos realizando um trabalho organizado em equipe.

A todas as **voluntárias** que participaram da pesquisa.

À **CAPES** pela bolsa concedida.

Às fonoaudiólogas **juízas** e aos médicos otorrinolaringologistas **juízes** que dedicaram seu tempo para fazer análise das avaliações e contribuíram muito com a pesquisa.

Aos **membros da banca** pelas correções e contribuições.

Ao **PPGDCH** pelo auxílio durante esses dois anos.

Ter sonhos é fundamental, mas a vida só tem sentido quando adquirimos a sabedoria de lutar pelos nossos sonhos sabendo conciliar o tempo entre o trabalho e as pessoas importantes da nossa vida. Lutar pelos sonhos é bom, porém alcançar a vitória e poder receber o abraço de pessoas que te amam e que caminharam junto contigo é satisfação plena de dever cumprido!

Joziane Lima

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana
Universidade Federal de Santa Maria – Rio Grande do Sul

MODIFICAÇÕES VOCAIS E LARÍNGEAS IMEDIATAS EM MULHERES APÓS A TÉCNICA DE FONAÇÃO EM TUBO DE VIDRO IMERSO EM ÁGUA

AUTORA: Ms. JOZIANE PADILHA DE MORAES LIMA

ORIENTADORA: Dra. CARLA APARECIDA CIELO

COORIENTADOR: Dr. FABRÍCIO SCAPINI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 4 de março de 2013

Objetivo: verificar e correlacionar as modificações vocais acústicas de filtro e de fonte glótica, perceptivoauditivas, laríngicas, nível de pressão sonora (NPS) e sensações vocais autorrelatadas após a fonação em tubo de vidro imerso em água (FTVIA), em mulheres adultas. **Métodos:** estudo observacional transversal analítico quantitativo, composto por 24 mulheres adultas, com idades entre 18 e 40 anos (média 23,04 anos), sem afecções laríngicas (AL) e sem queixas vocais, sendo 12 do grupo de estudo (GE) e 12 do grupo de controle (GC). No GE, realizou-se a coleta da vogal /a:/, medida do NPS, videolaringoscopia (VLE), execução da técnica de FTVIA em três séries de 15 repetições e, imediatamente após, a coleta da vogal /a:/, medida do NPS, VLE e relato de sensações em relação à voz. No GC, os mesmos procedimentos foram realizados, porém, ao invés da execução da técnica, as voluntárias permaneceram em silêncio. Realizou-se a análise acústica vocal com os programas *Multi Dimension Voice Program Advanced* e *Real Time Spectrogram (Kay Pentax®)*. Juízas fonoaudiólogas realizaram a análise das espectrografias, com protocolo específico e perceptivoauditiva com a escala RASATI, e juízes otorrinolaringologistas realizaram a análise da VLE. Utilizaram-se os testes estatísticos *Wilcoxon*, Qui-quadrado e *Spearman*. **Resultados:** no GE: melhora do quociente de perturbação do *pitch* suavizado (sPPQ), índice de turbulência vocal (VTI), *Shimmer* percentual (*Shim*) e *Shimmer* em dB (ShdB); da soproidade na RASATI; do escurecimento do traçado do quarto formante, da definição do primeiro formante, da definição e do número de harmônicos; aumento do NPS e da sensação de voz melhor; na VLE: a constrição do vestíbulo laríngeo não se alterou significativamente. Correlação positiva entre a sensação de voz melhor e a definição do segundo e terceiro formantes e regularidade do traçado; entre medidas de *Shimmer* e soproidade; entre frequência fundamental máxima e instabilidade. **Conclusão:** no grupo de mulheres sem afecções laríngicas e sem queixas vocais estudado, a técnica gerou redução da aperiodicidade da vibração glótica e do ruído, com aumento da energia harmônica e conseqüente melhora do sinal glótico; maior NPS, ressonância e projeção vocal, melhorando as sensações subjetivas à produção vocal; na VLE, a não alteração da constrição do vestíbulo laríngeo sugere que a técnica não provoca hipertensão laríngea.

Palavras-chave: Voz. Fonoterapia. Fonação. Pregas. Vocais.

ABSTRACT

Master's Degree Dissertation
Program of Post Graduation of Human Communication Disorders
Universidade Federal de Santa Maria

VOCAL MODIFICATIONS AND LARYNGEAL IMMEDIATE IN WOMEN AFTER TECHNICAL PHONATION IN GLASS TUBE IMMERSED IN WATER

AUTHOR: Ms. JOZIANE PADILHA DE MORAES LIMA

ADVISOR: Dr. CARLA APARECIDA CIELO

CO-ADVISOR: Dr. FABRICIO SCAPINI

Place of Defense and Date: Santa Maria, 04/03/2013

Objective: verify and correlate the acoustic vocal modifications of filter and glottal source, perceptual hearing, laryngeal, sound pressure level (SPL) and self-reported vocal sensations, after the phonation in a glass tube immersed in water (PGTIW), on adult women. **Methods:** observational study cross-sectional quantitative analytical, composed of 24 adult women, with ages between 18 and 40 years (average 23,04 years), without laryngeal affections (LA) and without vocal complaints, being 12 in the study group (SG) and 12 in the control group (CG). In the EG was held the collection of the vowel /a:/, measure of SPL, videolaryngostroboscopy (VLS), execution of the technique of PGTIW in three sets of the 15 repetitions and, immediately after, the collect of vowel /a:/, measure of SPL, VLS and reporting of sensations in relation to voice. In the CG, the same procedures were performed, but instead the implementation of technical, the volunteers remained in silence. Was performed vocal acoustic analysis with the programs Multi Dimension Voice Program Advanced and Real Time Spectrogram (Kay Pentax®). Judges speech therapist performed the analysis of spectrographies, with specific protocol and hearing perceptual with the RASAT scale and judges otolaryngologists performed the analysis of the VLS. It was used the statistical tests Wilcoxon, Chi-square and Spearman. **Results:** On the SG: improvement of the smoothed pitch perturbation quotient (sPPQ), voice turbulence index (VTI), Shimmer percentage (Shim) and Shimmer in dB (ShdB); improvement of breathiness in RASATI; increase of the tracing darkening of the fourth formant, the definition of the first formant, the definition and the number of harmonics; increase the SPL and sensation better voice; in the VLS, the laryngeal vestibule constriction did not change significantly. Positive correlation between sensation better voice and the definition of the second and third formants and regularity the tracing; between measures of Shimmer and breathiness; between the fundamental frequency and maximum instability. **Conclusion:** in the group of women without laryngeal disorders and without vocal complaints studied, the technique generated a reduction of of vibration glottal aperiodicity and the noise, with consequent improvement of the glottal signal. In VLS, the laryngeal vestibule constriction did not change significantly, this suggests that the technique does not cause laryngeal hypertension.

Keywords: Voice. Speech Therapy. Phonation. Vocal Folds.

LISTA DE TABELAS

Artigo de pesquisa 1

Tabela 1 - Comparação das medidas vocais acústicas de fonte glótica do MDVPA entre pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC.....	66
Tabela 2 - Comparação dos resultados da análise vocal perceptivoauditiva (RASATI) entre pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC	68
Tabela 3 - Comparação das modificações videolaringoestroboscópicas entre pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC.....	69
Tabela 4 - Correlação dos resultados do MDVPA e da RASATI pós-técnica no GE	70
Tabela 5 - Correlação dos resultados do MDVPA e da RASATI pós-silêncio no GC.....	72

Artigo de pesquisa 2

Tabela 1 - Modificações vocais acústicas na EBL entre pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC.....	95
Tabela 2 - Modificações vocais acústicas na EBE pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC	96
Tabela 3 - Comparação do NPS entre pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC	97
Tabela 4 - Sensações vocais autorrelatadas no GE e GC	98
Tabela 5 - Correlação entre sensações autorrelatadas de voz melhor e os aspectos da EBL e da EBE pós-técnica no GE.....	99
Tabela 6 - Correlação entre sensações autorrelatadas de voz melhor e os aspectos da EBL e da EBE pós-silêncio no GC	101

LISTA DE REDUÇÕES

af	- Altas Frequências
APQ	- Quociente de Perturbação da Amplitude
ATRI	- Índice de Intensidade da Amplitude do Tremor
CEP	- Comitê de Ética em Pesquisa
CONEP	- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CT	- Cricotireoideo
CAL	- Cricoaritenoideo Lateral
CQ	- Quociente de Contato
CSL	- <i>Computerized Speech Laboratory</i>
DP	- Doença de <i>Parkinson</i>
DSH	- Grau dos Componentes Sub-harmônicos
DUV	- Grau de Silêncio – Período sem Voz
DVB	- Grau de Quebra da Voz
EBE	- Espectrografia de Banda Estreita
EBL	- Espectrografia de Banda Larga
ETVSO	- Exercício de Trato Vocal Semiocluído
F	- Formante
FTVIA	- Fonação em Tubo de Vidro Imerso em Água
f0	- Frequência Fundamental
fhi	- f0 Máxima
flo	- f0 Mínima
FTRI	- Índice de Intensidade da Frequência do Tremor
GC	- Grupo de Controle
GE	- Grupo de Estudo
GL	- Grupo com Lesão
GQ	- Grupo com Queixa
GSQ	- Grupo sem Queixa
GRBAS	- G=grade/grau; R = <i>Rough</i> /rugosidade (aspereza ou rouquidão); B= <i>Breath</i> /soprosidade; A= <i>Asthenic</i> /astenia; S= <i>Strain</i> /tensão

GRBASI	- G=grade/grau; R = <i>Rough</i> /rugosidade (aspereza ou rouquidão); B= <i>Breath</i> /soprosidade; A= <i>Asthenic</i> /astenia; S= <i>Strain</i> /tensão; I= <i>instability</i> /instabilidade
GSL	- Grupo sem Lesão
ITU	- Destreinado Instruído
Jitt	- <i>Jitter</i> Percentual
Jita	- <i>Jitter</i> Absoluto
Jitter	- Perturbação da Frequência Fundamental
MDVP	- <i>Multi Dimension Voice Program</i>
MDVPA	- <i>Multi Dimension Voice Program Advanced</i>
M1	- Momento 1
M2	- Momento 2
NHR	- Proporção Ruído-Harmônico
NPS	- Nível de Pressão Sonora
NSH	- Número de Segmentos Sub-harmônicos
NUV	- Número de Segmentos não Sonorizados
NVB	- Número de Quebras Vocais
ORL	- Otorrinolaringologista
PHR	- Proporção Harmônico-Ruído
PPQ	- Quociente de Perturbação do <i>Pitch</i>
PPVU	- Paralisia de Prega Vocal Unilateral
PTP	- Nível de Pressão de Fonação
RASATI	- Rouquidão, Aspereza, Soprosidade, Astenia, Tensão e Instabilidade
RAP	- Média Relativa da Perturbação de Frequência
RTS	- <i>Real Time Spectrogram</i>
RM	- Ressonância Magnética
sPPQ	- Quociente de Perturbação do <i>Pitch</i> Suavizado
sAPQ	- Quociente de Perturbação da Amplitude Suavizado
ShdB	- <i>Shimmer</i> em dB
Shim	- <i>Shimmer</i> Percentual
Shimmer	- Perturbação da Amplitude Vocal
SPI	- Índice de Fonação Suave
STD	- Desvio-Padrão da Frequência Fundamental
TA	- Tireoaritenóideo

TI	- Treinado Instruído
TCLE	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TC	- Tomografia Computadorizada
TNI	- Treinado não Instruído
UTNI	- Destreinados não Instruídos
UFSM	- Universidade Federal de Santa Maria
vAm	- Variação da Amplitude
vf0	- Variação da Frequência Fundamental
VLE	- Videolaringostroboscopia
VTI	- Índice de Turbulência da Voz

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
2 REVISÃO DE LITERATURA	29
2.1 Avaliação vocal	30
2.1.1 Análise perceptivoauditiva da voz.....	30
2.1.2 Análise acústica da voz	33
2.1.3 Avaliação videolaringoestroboscópica.....	38
2.1.4 Autoavaliação das sensações vocais subjetivas	41
2.2 Terapia vocal e ETVSO	42
2.2.1 Fonação em tubos.....	47
3 ARTIGO DE PESQUISA	55
3.1 Resumo	56
3.2 Abstract:	57
3.3 Introdução	58
3.4 Material e método	59
3.4.1 Caracterização da pesquisa e aspectos éticos	59
3.4.2 Sujeitos da pesquisa	59
3.4.3 Coleta de dados	60
3.4.4 Execução da técnica FTVIA	61
3.4.5 Avaliação vocal perceptivoauditiva	63
3.4.6 Análise da avaliação videolaringoestroboscópica.....	63
3.4.7 Análise vocal acústica	64
3.4.8 Análise estatística.....	65
3.5 Resultados	66
3.6 Discussão	73
3.7 Conclusão	78
4 ARTIGO DE PESQUISA	85
4.1 Resumo	86
4.2 Abstract:	87
4.3 Introdução	88
4.4 Material e método	89
4.4.1 Caracterização da pesquisa e aspectos éticos	89
4.4.2 Sujeitos da pesquisa	89
4.4.3 Coleta de dados e execução da técnica FTVIA.....	91
4.4.4 Espectrografia	92
4.4.5 Análise Estatística	94
4.5 Resultados	95
4.6 Discussão	102
4.7 Conclusão	106
4.8 Referências	106
6 CONCLUSÃO GERAL	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	121
APÊNDICES	123
ANEXOS	131

1 INTRODUÇÃO

A evolução e o desenvolvimento do conceito da produção vocal ocorreram por meio de várias teorias formuladas e complementadas por muitos estudiosos, a fim de explicar a produção da voz dentro de uma visão científica (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008). Atualmente, existem algumas teorias mais aceitas pela comunidade científica que, quando associadas, explicam a produção vocal, compreendendo todos os níveis que nela atuam (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; COLTON, CASPER, LEONARD, 2010).

A teoria Aerodinâmico-Mioelástica explica que, em conjunto com o sistema nervoso central, a produção da voz ocorre por meio da interação das pregas vocais aduzidas com a corrente de ar proveniente dos pulmões. A pressão subglótica aumenta progressivamente até que ocorre o afastamento das bordas livres das pregas vocais, resultando na passagem de corrente de ar em alta velocidade. Esse processo cria uma área de baixa pressão na glote (efeito de Bernoulli), promovendo a sucção da cobertura mucosa das pregas vocais que, associada ao retrocesso elástico dos tecidos, fecha novamente a glote, até que a pressão subglótica aumente o suficiente para reiniciar o ciclo (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008).

A teoria Muco-Ondulatória complementa a teoria anterior. Além disso, reitera a importância da elasticidade dos músculos laríngeos associada às forças aerodinâmicas, mas enfatiza a importância do movimento muco-ondulatório da mucosa das pregas vocais em diversas situações, como em casos de laringite, edemas e períodos pré-menstruais que causam alterações na qualidade vocal (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; COLTON, CASPER, LEONARD, 2010).

A teoria Fonte-Filtro soma-se às teorias supracitadas. Essa afirma que a voz é produzida em nível glótico (fonte) e é modificada nas cavidades de ressonância (laringe, faringe, cavidade nasal e oral, seios paranasais) por articuladores da cavidade oral e faríngea (abertura da boca, posicionamento da língua, constrição faríngea, véu palatino), espaço também conhecido como trato vocal (filtro), que é fundamental para a projeção vocal (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008).

Uma nova teoria aponta para a influência do filtro vocal sobre a fonte glótica, através da ressonância retroflexa, que modificaria as características de vibração das

pregas vocais por meio do aumento da impedância do trato vocal no momento da emissão sonora. Essa teoria sustenta o conceito dos exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO) (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; AZEVEDO *et al.*, 2010; GASKILL, QUINNEY, 2012; VAMPOLA *et al.*, 2011; LAUKKANEN *et al.*, 2012; MAIA *et al.*, 2012; CHRISTMANN, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012a), que englobam a fonação em tubo de vidro imerso em água (FTVIA), escolhida para a presente pesquisa.

Os ETVSO têm, como característica comum, a constrição do trato vocal devido à oclusão parcial da boca que promove a ressonância retroflexa em direção às pregas vocais, favorecendo a economia e a eficiência vocal. A constrição gerada no trato vocal modifica a pressão interna em relação à atmosférica, alterando a configuração glótica e do trato vocal, podendo ocorrer o mesmo processo com a FTVIA (STORY, LAUKKANEN, TITZE, 2000; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2007; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; GASKILL, ERICKSON, 2008; VAMPOLA *et al.*, 2011; SIRACUSA *et al.*, 2011; LAUKKANEN *et al.*, 2012; GASKILL, QUINNEY, 2012; MAIA *et al.*, 2012; CHRISTMANN, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012a; GUZMÁN *et al.*, 2012b; GUZMÁN *et al.*, 2012c).

Durante a realização da FTVIA, supõe-se que ocorre aumento da impedância do trato vocal e da pressão na região supraglótica. Isso eleva a pressão transglótica, o que afasta as pregas vocais e gera um mecanismo de proteção para essas estruturas (TITZE *et al.*, 2002; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; TITZE, 2009).

A FTVIA pode ser utilizada em vários tipos de disfonias, tanto hipocinéticas quanto hiperkinéticas, uma vez que a imersão do tubo na região mais superficial da água é indicada para as disfonias hiperkinéticas e a imersão mais profunda, nos casos hipocinéticos (BELE, 2005; SIMBERG, LAINE, 2007; TITZE, LAUKKANEN, 2007; LAUKKANEN *et al.*, 2008; GUZMÁN *et al.*, 2012c).

Na literatura, há carência de estudos realizados com a FTVIA, já que alguns trabalhos realizados na Finlândia foram apresentados em congressos e não foram publicados em revistas científicas que proporcionassem o acesso. O pouco que se sabe foi relatado numa revisão de literatura, o que torna difícil a comprovação dos efeitos da técnica (SIMBERG, LAINE, 2007).

Sabe-se, até o momento, que a interação fonte-filtro proporcionada pela técnica de fonação em tubos produziu sensações vocais positivas autorrelatadas

pelos sujeitos que a realizaram (LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008); aumento do nível de pressão sonora (NPS), mudanças no trato vocal (LAUKKANEN *et al.*, 2012; VAMPOLA *et al.*, 2011), redução da frequência fundamental (f_0) (SAMPALIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008), mudanças na posição dos formantes (F) (LAUKKANEN *et al.*, 2012) e aumento da atividade muscular dos músculos tireoaritenóideo (TA), cricotireóideo (CT) e cricoaritenóideo lateral (CAL) (VAMPOLA *et al.*, 2011); melhora na espectrografia de banda estreita (EBE) e redução das tensões laríngeas (GUZMÁN *et al.*, 2012a).

Com base em tais estudos, verifica-se que a FTVIA provavelmente relaciona-se às teorias da produção vocal, podendo gerar benefícios em todos os níveis fonatórios. A hipótese desta pesquisa é de que o trabalho em nível respiratório durante as emissões no tubo, devido ao aumento do fluxo aéreo e do maior controle da musculatura respiratória, poderá favorecer maior sustentação da fonação, evitando fadiga vocal e proporcionando o aumento do NPS. No nível glótico, o afastamento das pregas vocais, devido ao aumento da pressão supraglótica, além de maior movimento muco-ondulatório da mucosa das pregas vocais, provavelmente proporcionará fonação mais econômica e sem esforço (SAMPALIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; VAMPOLA *et al.*, 2011; LAUKKANEN *et al.*, 2012; GASKILL, QUINNEY, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012a; GUZMÁN *et al.*, 2012c). Ainda, a mobilização intensa da mucosa poderá gerar maior sincronia da vibração, o que favorecerá o aumento do número de harmônicos e a diminuição do ruído (BEHLAU, 2008; TITZE, 2008).

A partir dos estudos que já foram realizados com a fonação em tubos (SAMPALIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; VAMPOLA *et al.*, 2011; LAUKKANEN *et al.*, 2012; GASKILL, QUINNEY, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012a; GUZMÁN *et al.*, 2012c), torna-se importante a realização de pesquisas com a FTVIA, com o intuito de obter o maior número possível de informações a respeito dos benefícios proporcionados e de suas limitações. À medida que os efeitos e eficácia forem comprovados cientificamente, os fonoaudiólogos poderão utilizar a técnica com maior especificidade e segurança no processo terapêutico.

Os objetivos deste estudo foram verificar e correlacionar as modificações vocais acústicas de filtro e de fonte glótica, perceptivoauditivas, laríngeas, NPS e sensações autorrelatadas após a FTVIA em mulheres adultas sem queixas vocais e sem afecções laríngeas (AL).

Esta dissertação está composta por sete capítulos, sendo o primeiro a presente introdução; o segundo, a revisão de literatura em que foram apresentados os estudos relacionados à produção vocal e disfonia, a análise perceptivoauditiva e acústica da voz, a avaliação videolaringostroboscópica (VLE), a autoavaliação das sensações subjetivas em relação à voz, os ETVSO e à FTVIA.

O terceiro capítulo expõe um artigo de pesquisa original que verificou e correlacionou as modificações vocais e laríngeas de fonte glótica de mulheres adultas sem AL e sem queixas vocais produzidas pela FTVIA.

O quarto capítulo traz um artigo de pesquisa original que verificou e correlacionou as modificações vocais espectrográficas, de NPS e de sensações vocais autorrelatadas de mulheres adultas sem AL e sem queixas vocais após a FTVIA.

Os dois artigos serão enviados para o periódico *Journal of Voice*.

O quinto capítulo apresenta a discussão geral do trabalho, seguindo-se do sexto que mostra as conclusões gerais. No sétimo, são elencadas as referências bibliográficas utilizadas ao longo de todo o trabalho. Após, são expostos os anexos e apêndices.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A produção vocal acontece por meio da interação das pregas vocais com o fluxo aéreo proveniente dos pulmões, promovendo a vibração da mucosa e resultando em um som de *loudness* fraca. O som produzido na fonte é modificado ao passar pelos espaços supraglóticos, os quais são denominados cavidades de ressonância, que atuam como filtro, amortecendo determinados harmônicos e amplificando outros. A configuração do filtro, que está relacionada à abertura da boca, constrição faríngea e posicionamento das estruturas móveis, como mandíbula, língua e véu palatino, determina os diferentes grupos de harmônicos que serão selecionados para serem enfatizados ou amortecidos (PEDROSO, 1997; BARROS, CARRARA-ANGELIS, 2002a; PINHO, 2003).

Tendo em vista o mecanismo de produção vocal, sabe-se que a disfonia pode estar relacionada tanto a distúrbios em nível respiratório, glótico/fonatório quanto de trato vocal (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008). Os distúrbios em nível glótico podem comprometer a vibração das pregas vocais e/ou a coaptação glótica.

No trato vocal, os desvios estão relacionados à projeção vocal, produção de harmônicos e, em alguns casos, à tensão muscular, resultando numa qualidade de voz comprimida (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008). Alterações em nível respiratório podem comprometer a eficiência da fonação, já que o tipo respiratório inadequado impossibilita o maior aproveitamento da capacidade pulmonar (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008).

O conhecimento do fonoaudiólogo quanto à fisiologia e fisiopatologia da produção vocal é importante para a atuação clínica na área de voz. Isso porque a avaliação da voz e as técnicas vocais devem ser realizadas com embasamento científico (SCHWARZ, CIELO, 2009; BRUM *et al.*, 2010; PIMENTA, 2011).

2.1 Avaliação vocal

A avaliação vocal tem por objetivo descrever o perfil vocal de um indivíduo, tendo como base a análise de todas as dimensões do comportamento vocal (análise multidimensional). Associada ao exame otorrinolaringológico, a análise perceptivoauditiva e a análise acústica da voz contribuem para maior precisão do diagnóstico fonoaudiológico devido às informações proporcionadas, que se integram e se complementam (BEHLAU, 2008; CARNEIRO, 2009; PIMENTA, 2011).

2.1.1 Análise perceptivoauditiva da voz

A avaliação vocal perceptivoauditiva é um dos procedimentos mais utilizados na prática clínica de voz e visa traçar o perfil vocal de um indivíduo por meio da orelha humana como instrumento de avaliação. Sofre, dessa forma, influência do grau de experiência do avaliador (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; SPEYER, 2008; GAMA *et al.*, 2011). A avaliação pode ser de caráter exclusivamente impressionístico, classificando a voz em rouca, soprosa, comprimida, áspera, dentre outras, ou a partir de escalas e índices que reduzem a subjetividade (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008). A partir dessa avaliação, torna-se possível analisar, além do tipo de voz, o sistema de ressonância, *pitch*, *loudness*, modulação de *pitch* e de *loudness*, tessitura vocal, qualidade da emissão vocal e coordenação pneumofonoarticulatória (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; CARNEIRO, 2009; CHRISTMANN, 2012).

A avaliação perceptivoauditiva pode relacionar-se tanto à fonte quanto ao filtro. Na primeira, consideram-se as alterações do fechamento glótico e da vibração da mucosa das pregas vocais, ou seja, o som produzido na glote; na segunda, consideram-se as modificações produzidas no trato vocal, como as diferentes ressonâncias (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; CHRISTMANN, 2012).

Para a avaliação perceptivoauditiva, a escala GRBAS [G = *Grade*/grau; R = *Rough*/rugosidade (rouquidão e aspereza); B = *Breath*/soprosidade; A = *Asthenic*/astenia; S = *Strain*/tensão], acrescida posteriormente do item *Instability*/instabilidade (I), foi criada pelo Comitê para Testes de Função Fonatória

da Sociedade Japonesa de Logopedia e Foniatria em 1969. Com intuito de facilitar a aplicação da escala de avaliação de fonte glótica no Brasil, a escala GRBAS foi adaptada (PINHO, PONTES, 2002), e a nova sigla, RASAT, foi adotada. Nessa se avalia a rouquidão, aspereza, soprosidade, astenia e tensão, sendo a instabilidade (I) um parâmetro adicional.

Para cada um dos itens da escala, podem-se atribuir diferentes graus: 0 = para normalidade, quando nenhum desvio vocal é percebido pelo ouvinte; 1 = para desvio discreto ou em caso de dúvida se o desvio está presente ou não; 2 = para moderado, quando o desvio é evidente e 3 = para desvios vocais extremos (PINHO, PONTES, 2002; BARROS, CARRARA-ANGELIS, 2002a; PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; CAPPELLARI, CIELO, 2008).

Diversos trabalhos foram realizados utilizando as escalas GRBAS, GRBASI e RASATI como instrumento de avaliação (ECKLEY, ANELLI, DUPRAT, 2008; CAPPELLARI, CIELO, 2008; MANGILLI *et al.*, 2008; AZEVEDO *et al.*, 2010; SILVÉRIO *et al.*, 2010; GAMA *et al.*, 2011; SCHWARZ *et al.*, 2011a; SCHWARZ *et al.*, 2011b).

Um estudo avaliou a sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo da escala GRBASI, comparando os resultados com o exame de videolaringoscopia de 567 indivíduos. Verificou-se que a sensibilidade da GRBASI para avaliar afecções laríngeas (AL) foi maior nos casos de lesões de pregas vocais. No entanto, a especificidade foi de 48%, ou seja, através da avaliação perceptivoauditiva, indivíduos sem AL foram considerados como portadores de desvios vocais. Para a presença de refluxo gastroesofágico, a sensibilidade foi de 76% na avaliação vocal. Os autores salientam a importância de a avaliação perceptivoauditiva fazer parte de uma análise conjunta com outras avaliações (ECKLEY, ANELLI, DUPRAT, 2008).

A escala RASAT foi utilizada em estudo com crianças pré-escolares, com o objetivo de selecionar somente as crianças sem desvios vocais para compor a amostra do estudo. A partir da análise realizada por quatro juízas fonoaudiólogas, das 78 crianças, apenas 23 foram consideradas sem desvios vocais (CAPPELLARI, CIELO, 2008).

A GRBAS foi utilizada em estudo sobre as contribuições da fonoterapia para as funções de voz e de deglutição e para a qualidade de vida de pacientes com alteração unilateral de mobilidade da prega vocal. A análise das vozes pela GRBAS

foi realizada por três fonoaudiólogas, e a maioria dos sujeitos apresentou melhora da voz, embora não em todos os aspectos da escala (MANGILLI *et al.*, 2008).

A qualidade da voz de idosas foi analisada, com base na GRBASI, e comparada com a qualidade de vida. Verificou-se, nos parâmetros rugosidade, soprosidade e instabilidade, grau de alteração leve a moderado. Além disso, houve correlação significativa com os escores físico e total do questionário Qualidade de Vida e Voz (GAMA *et al.*, 2009).

Outra pesquisa foi realizada com a técnica de vibração sonorizada de língua, cujo objetivo foi verificar o tempo ideal de execução necessário para interferir nas medidas acústicas computadorizadas de perturbação de frequência fundamental (f_0) (*Jitter*) e de perturbação de amplitude (*Shimmer*). Utilizou a escala GRBAS para realização de triagem, de maneira que a presença de disfonia eliminava os sujeitos da pesquisa (AZEVEDO *et al.*, 2010).

Em trabalho que relacionou respiração e região cervicoescapular de instrumentistas de sopro com sua qualidade vocal, medida por meio da escala GRBASI, evidenciou-se que os sujeitos apresentaram maior alteração nos parâmetros vocais de tensão e de instabilidade quando comparados com os sujeitos do grupo de controle (GC) que eram instrumentistas de percussão (SILVÉRIO *et al.*, 2010).

Três pesquisas com sujeitos apresentando paralisia de prega vocal unilateral (PPVU) utilizaram as escalas GRBASI e RASATI. Uma delas, realizada com 12 indivíduos, utilizou a escala GRBASI para avaliação vocal nos períodos de pré e pós-tratamento fonoterapêutico. A partir da análise de cinco fonoaudiólogas, verificou-se que, após 11 sessões de fonoterapia, a soprosidade, a astenia e o grau geral de disfonia apresentaram melhora evidente. Os demais aspectos também apresentaram melhora, porém não significativa (GAMA *et al.*, 2011).

No estudo que verificou a posição da prega vocal paralisada e as características vocais por meio da RASATI, encontrou-se rouquidão, aspereza e tensão em grau moderado; maior ocorrência de soprosidade grave e de astenia e instabilidade de grau leve (SCHWARZ *et al.*, 2011a). Outra pesquisa utilizou a RASATI para descrever as características vocais de homens com PPVU antes e após a medialização. Verificou-se que, após, houve redução da soprosidade, rouquidão e aspereza; a astenia foi mais frequente no grau normal e leve e a instabilidade foi mais frequente no grau normal (SCHWARZ *et al.*, 2011b).

Estudo que investigou o efeito imediato de uma sequência de quatro exercícios com fonação em tubos em sujeitos disfônicos fez uso da escala GRBAS com objetivo de realizar o diagnóstico e o grau de disfonia. Os sujeitos foram classificados com 1 no grau geral de disfonia (G) e também no aspecto de soproidade (S) (GUZMÁN *et al.*, 2012c).

Pesquisadores fizeram uso da GRBASI em pesquisa que analisou as técnicas vocais de vibração sonorizada de língua e lábios, som nasal e sobrearticulação. Constatou-se melhora significativa da impressão global da voz, rouquidão e estabilidade na vogal /ε/, além de melhora da articulação na fala espontânea (PEREIRA *et al.*, 2011). Ainda, a GRBAS foi utilizada em estudo recente, com o objetivo de selecionar cantores sem alterações vocais (GUZMÁN *et al.*, 2012b).

O uso das escalas vocais perceptivoauditivas GRBASI e RASATI parecem de suma importância em pesquisas científicas e possibilitam a análise de seis aspectos da fonte glótica que podem ser complementados pela análise acústica da voz.

2.1.2 Análise acústica da voz

A análise acústica da voz é uma avaliação computadorizada, objetiva, não invasiva e complementar à perceptivoauditiva. Pode ser realizada através de amostra de uma vogal sustentada (MASTER, 2005; BARROS, CARRARA-ANGELIS, 2002b; FELIPPE, GRILLO, GRECHI, 2006; BEHLAU, 2008; CARNEIRO, 2009; PIMENTA, 2011).

A análise acústica proporciona meios práticos e objetivos de analisar o sinal sonoro de maneira quantitativa, representando o formato da onda sonora através do processamento de sinais e algoritmos (BARROS, CARRARA-ANGELIS, 2002b; BEHLAU, 2008; CARNEIRO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009). Dessa forma, serve como documentação vocal do diagnóstico e também da evolução da terapia, além de proporcionar ao paciente informações visuais relacionadas à sua voz que facilitam o entendimento em relação ao distúrbio e à evolução do caso (BARROS, CARRARA-ANGELIS, 2002b; CÔRTEZ, GAMA, 2010; PIMENTA, 2011).

Há diversos tipos de *hardwares* e *softwares* para a análise acústica da voz. Dentre eles, pode-se citar: GRAM; *Vox Metria*; *Doctor Speech*; *WPCVox*; *Praat*; *Sound Scope*; *GW Instruments*; bem como *Computerized Speech Laboratory* (CSL), CSL 4300, *Multi Dimension Voice Program Advanced* (MDVPA), *Real Time Spectrogram* (RTS), esses últimos todos da *Kay Pentax®* (New Jersey, EUA).

O MDVPA, escolhido para a presente pesquisa, é um programa de análise acústica da voz que calcula até 33 medidas da produção vocal em nível de fonte glótica. Podem ser agrupadas em medidas de frequência; de perturbação de frequência; de perturbação de amplitude; de ruído; de quebras de voz; de segmentos não sonorizados; de tremor, dentre outras. Os dados são gerados em forma de diagrama e em valores numéricos, sendo fornecidos também valores normativos no próprio programa, conforme o sexo (BARROS, CARRARA-ANGELIS, 2002b; BEHLAU, 2008; BEBER, CIELO, 2010).

Outro instrumento da análise acústica importante na abordagem diagnóstica e de evolução terapêutica é a espectrografia. Trata-se de um gráfico tridimensional composto pela frequência na sua ordenada e pelo tempo na sua abscissa, sendo que o grau de escurecimento do traçado relaciona-se à pressão sonora da emissão em estudo. A análise pode ser realizada através da aplicação de filtros. O filtro de banda estreita consiste na aplicação de filtros com faixa de frequência entre 15 e 60Hz, mostrando com precisão a f_0 , os harmônicos e o padrão de entonação da onda sonora, representado por estrias dispostas horizontalmente. O filtro de banda larga compreende a faixa de frequência entre 150 e 600Hz, que mostra com exatidão os formantes (F), analisando a periodicidade e a qualidade vocal, evidenciadas por estrias dispostas verticalmente. Essa avaliação mostra aspectos da fonte glótica, mas evidencia o efeito do filtro de ressonância na voz (BARROS, CARRARA-ANGELIS, 2002b; BEHLAU, 2008; VALENTIM, CÔRTEZ, GAMA, 2010; PIMENTA, 2011).

O programa RTS, utilizado neste trabalho, vem sendo empregado em várias pesquisas sobre voz (BOLZAN, CIELO, BRUM, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; CONTERNO, CIELO, ELIAS, 2011; ZIMMER, 2011; CHRISTMANN, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012a). Ele fornece tanto espectrografias de banda larga (EBL) quanto de banda estreita (EBE), sendo os filtros, a taxa de amostragem e a resolução de frequências regulados conforme a necessidade da pesquisa.

O efeito do som basal em fendas glóticas foi estudado através da utilização do programa *Multi Dimension Voice Program* (MDVP). Duas mulheres com diagnóstico otorrinolaringológico de fenda em ampulheta executaram o som basal, em três séries de 15 repetições. Nos dois casos, embora com redução da fenda glótica e aumento da amplitude de vibração da mucosa, constatou-se aumento das medidas de ruído e de *Jitter* (BOLZAN, CIELO, BRUM, 2008).

Estudo de casos com pares de portadores da Doença de Parkinson (DP) e seus controles descreveu suas características vocais acústicas e utilizou o programa MDVPA, *Model 5105* da *Kay Pentax®*. O trabalho contou com três pares de homens e dois de mulheres, divididos conforme a faixa etária em adulto jovem; adulto de meia-idade e início da terceira idade. Verificou-se redução da f_0 (na faixa masculina) nas mulheres com DP e o seus pares com f_0 dentro da normalidade; as f_0 dos homens encontraram-se dentro da normalidade, mas próximas do nível inferior da faixa feminina. Verificou-se que todas as medidas acústicas estavam aumentadas nos sujeitos da pesquisa, principalmente nos sujeitos com DP (FERREIRA, CIELO, TREVISAN, 2010).

Pesquisa com 46 mulheres apresentando pólipos vocais e um GC coletou amostra de voz antes e após três semanas da cirurgia de retirada do pólipo, a fim de realizar a análise acústica da voz, através do programa MDVP, *model 4300*, da *Kay Pentax®*. Verificou-se que o *Jitter*, *Shimmer*, variação de f_0 (vf_0), o índice de turbulência da voz (VTI), o quociente de perturbação do *pitch* (PPQ), o quociente de perturbação da amplitude (APQ) e a proporção ruído-harmônico (NHR) mostraram-se significativamente alterados quando comparados com indivíduos sem AL do GC, já que esses aspectos melhoraram após a cirurgia do pólipo, mostrando resultados estatisticamente significativos (PETROVIC-LAZIC, *et al.*, 2011).

Pesquisadores também fizeram uso do MDVP em estudo que verificou os efeitos das técnicas vocais de vibração sonorizada de língua e lábios, som nasal e sobrearticulação. Houve melhora nos parâmetros de *Jitter* e *Shimmer* (PEREIRA *et al.*, 2011).

Utilizou-se o MDVPA em pesquisa que verificou a relação entre a dor dos músculos envolvidos na mastigação e na articulação temporomandibular (ATM) e as medidas vocais acústicas de fonte glótica. Encontrou-se relação entre ausência de dor nos músculos masseter superficial e aspecto posterior da ATM com medidas de VTI, PPQ e vf_0 fora da normalidade e relação entre presença de dor no pterigoideo

medial e normalidade do grau de quebra vocal (DVB). Isso sugere que outros aspectos da disfunção temporomandibular, que não a dor, podem ocasionar alteração de medidas vocais acústicas (BOTON *et al.*, 2012).

A fim de investigar o impacto vocal da técnica de vibração sonorizada de língua em 24 mulheres, utilizaram-se o MDVPA e o RTS. Houve aumento significativo da f_0 , melhora dos parâmetros da EBL, como escurecimento do traçado dos F e em todo espectro, definição dos F e regularidade do traçado; na EBE houve melhora da regularidade do traçado (SCHWARZ, CIELO, 2009).

Autores pesquisaram as modificações vocais acústicas após a execução da técnica fonoterapêutica do som hiperagudo, em mulheres adultas jovens sem queixa vocal e AL, com o programa MDVPA, modelo 5105, da *Kay Pentax®*. Verificou-se, após a técnica, aumento da f_0 e de suas medidas de perturbação; diminuição das medidas de tremor (graus da amplitude e da frequência do tremor - FTRI e ATRI); diminuição da variação da amplitude (vAm), vf_0 , grau de silêncio - período sem voz (DUV) e número de segmentos não sonorizados (NUV); diminuição das medidas de ruído; porém não estatisticamente significativos (ROMAN-NIEHUES, CIELO, 2010).

As EBL e EBE foram utilizadas em um estudo realizado com 32 mulheres sem AL para verificar os efeitos produzidos pela técnica de fonação reversa. A partir do programa RTS da *Kay Pentax®*, verificou-se aumento percentual da definição de harmônicos, da regularidade do traçado, do escurecimento e da definição do traçado de F3 e F4, do escurecimento do traçado das altas frequências (af) e aumento significativo da definição do traçado de F1. Além disso, após a execução da técnica, não houve alteração da largura de banda de F1, F2, F3 e F4 (ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010).

Em outra pesquisa, autores descreveram e discutiram os aspectos relacionados a características vocais acústicas de fonte glótica de homens com laringe normal, por meio de revisão de literatura. Foram pesquisados programas de análise vocal acústica que utilizassem a vogal /a/ para extração das medidas, encontrando-se referências ao MDVPA, CSL e CSL 4300, todos da *Kay Pentax®*, *WPCVox* e o Programa de Análise Acústica da Voz da Universidade de São Paulo. Verificou-se que as medidas que mais caracterizavam a voz masculina foram: o *Jitter* absoluto ($jita$), *Shimmer* em dB ($ShdB$), NHR, que se encontram aumentados nesse sexo, assim como a f_0 , proporção harmônico-ruído (PHR) e o ATRI que tendem a ser reduzidos (BEBER, CIELO, 2010).

Outro estudo de casos utilizou o programa MDVPA e o RTS para realização da análise acústica antes e durante o som basal. Participaram quatro pacientes do sexo masculino portadores de fissura palatina pós-forame reparada cirurgicamente. Verificou-se, durante o som basal, diminuição da definição e do escurecimento do traçado em todo espectro e da largura de banda de alguns F na EBL, bem como aumento discreto de *damping*; na EBE, verificou-se diminuição de ruído nas af. Na análise de fonte vocal em registro basal, através do MDVPA, verificou-se que a média da f0 permaneceu dentro da faixa do registro modal, embora a f0 mínima (flo) tenha ficado na faixa do registro basal; que a maioria das medidas de *Jitter* e *Shimmer*, vf0, vAm, desvio-padrão f0 (STD), f0 máxima (fhi), intervalo entre fhi e f0, flo, ruído, quebras de voz e tremor foram aumentadas; que o índice de fonação suave (SPI) foi reduzido e que não houve presença de sub-harmônicos (CONTERNO, CIELO, ELIAS, 2011).

O programa RTS foi utilizado em pesquisa com 68 mulheres sem AL e sem queixas vocais a fim de investigar a relação entre as medidas vocais acústicas espectrográficas e o tempo de sustentação da técnica de vibração sonorizada de língua (inferior ou superior a três minutos). Na EBL e EBE, não se encontrou diferença quando comparadas ao tempo de realização da técnica; houve correlação positiva entre os resultados espectrográficos e sensações vocais após a execução em ambos os intervalos de tempo. O programa MDVPA também foi utilizado, evidenciando aumento das f0 e das médias das f0 no tempo superior a três minutos de execução; diminuição da vf0; PPQ e NHR (ZIMMER, 2011).

Com o objetivo de caracterizar as espectrografias de homens sem AL e sem queixas vocais, por meio do programa RTS, verificou-se grande quantidade de ruído em todo espectro e nas af; ruído mediano nas baixas frequências; F3 pouco definido, traçado pouco regular e fraca intensidade do escurecimento do traçado em todo o espectro (BEBER, CIELO, 2012).

Mais recentemente, trabalho realizado com o *finger kazoo*, com uso do programa RTS, verificou, após a execução da técnica, maior escurecimento do traçado das af e do escurecimento do traçado dos F e maior definição dos F, dos harmônicos e da regularidade do traçado. Verificou-se, ainda, melhor qualidade de voz, conforme aumento do escurecimento do traçado de F3, da definição e do número de harmônicos e da substituição de harmônicos por ruído nas médias frequências. O MDVPA também foi utilizado, evidenciando redução de ruído,

melhora da estabilidade vocal e da energia harmônica e aumento da f_0 (CHRISTMANN, 2012).

O RTS foi utilizado em estudo com sequência de exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO) que incluía a fonação em tubos. Onze estudantes de Artes Cênicas realizaram a sequência uma vez por semana em fonoterapia e duas vezes por dia em casa. Os juízes da pesquisa foram cegados quanto à metodologia e analisaram as espectrografias do pré e pós-tratamento, numa escala analógico-visual de 100mm, na qual “zero” correspondia à ausência de harmônicos no sinal e 100 correspondia à presença somente de harmônicos em todo espectrograma. Verificaram-se modificações positivas estatisticamente significativas na EBE, como o aumento do número e do nível de energia dos harmônicos (GUZMÁN *et al.*, 2012a).

O grande número de estudos envolvendo análises acústicas da voz reflete a importância deste instrumento na concepção de multidimensionalidade da avaliação vocal, que inclui, ainda, a avaliação perceptivoauditiva, a autoavaliação vocal e a avaliação videolaringostroboscópica, tornando as informações obtidas complementares e os resultados mais fidedignos.

2.1.3 Avaliação videolaringostroboscópica

A avaliação otorrinolaringológica das estruturas e do funcionamento laríngeo tem um papel fundamental no trabalho do fonoaudiólogo da área de voz. Ela possibilita verificar a presença ou ausência de afecções nas pregas vocais ou alterações do seu funcionamento antes da fonoterapia, bem como acompanhar a sua evolução (BIASE, FERREIRA, MASTER, 2002) e aprofundar as pesquisas sobre intervenções fonoterapêuticas.

O trabalho conjunto entre otorrinolaringologistas e fonoaudiólogos permite maior compreensão do caso clínico, de maneira que ambos os profissionais, cada um com seus conhecimentos específicos, entendam as necessidades do paciente e atuem em conjunto, no tratamento. Além disso, a avaliação em conjunto possibilita a troca de conhecimentos que podem resultar em novas condutas e em novos aprendizados sobre suas áreas de atuação (BIASE, FERREIRA, MASTER, 2002; PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; NUNES *et al.*, 2009).

A videolaringoestroboscopia (VLE) é um exame que tem por objetivo criar uma imagem ilusória de câmera lenta através da composição de imagens de distintos ciclos vibratórios, compondo apenas um ciclo. Propicia observação detalhada dos aspectos dinâmicos das pregas vocais, auxiliando principalmente o diagnóstico de afecções incipientes ou de difícil visualização (PERAZZO, GOES, ANJOS, 2002; BEHLAU, 2008; MORTENSEN, SCHABERG, PEAK WOO, 2010). A partir do exame, podem-se obter resultados mais fidedignos nos principais parâmetros da vibração das pregas vocais, sendo eles (HIRANO, BLESS, 1997; PERAZZO, GOES, ANJOS, 2002; BEHLAU, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; PIMENTA, 2011):

- Fechamento glótico: contato entre as pregas vocais, durante o ciclo vibratório. Pode ser visualizado somente através da VLE, ocorrendo na ausência de afecções da mucosa ou de alterações funcionais;
- Amplitude da vibração: excursão látero-medial das pregas vocais durante a fonação, esperando-se que compreenda um terço da largura visível da prega vocal;
- Constrição do vestíbulo laríngeo: configuração do vestíbulo que pode encontrar-se aduzido na posição medial, anteroposterior ou global;
- Simetria da vibração: há simetria quando uma prega vocal vibra de forma semelhante à outra, sendo a fase de abertura de uma similar à da outra;
- Onda mucosa: movimento ondulatório da mucosa das pregas vocais durante a vibração. A propagação dá-se de baixo para cima em estruturas sem afecções. Trata-se de um indicador sensível à presença de AL.

Quando analisada juntamente com as medidas acústicas e perceptivoauditivas da voz e com as sensações autorrelatadas referidas pelos sujeitos, a VLE pode fornecer informações mais completas a respeito do caso clínico, proporcionando maior compreensão das modificações causadas pelas AL e pela fonoterapia (PERAZZO, GOES, ANJOS, 2002; MAIA *et al.*, 2012).

Estudo sobre a configuração laríngea de sujeitos do sexo masculino com diagnóstico de PPVU, antes e após a medialização da prega vocal, utilizou a VLE sem o uso de anestésico, a fim de visualizar as modificações laríngeas. Vinte e

quatro pacientes foram submetidos a três técnicas de medialização: dez foram submetidos à injeção de ácido hialurônico, seis à tireoplastia tipo I e oito à injeção de *Teflon*. Constatou-se, a partir da análise de três juízes especialistas em laringologia, que os três procedimentos melhoraram a configuração glótica, apresentando fechamento glótico completo, posição mediana e linearidade de borda livre da prega vocal paralisada (SCHWARZ *et al.*, 2011b).

Pesquisa sobre as mudanças vocais e laríngeas ocasionadas pelo som basal encontrou, por meio da VLE, aumento da vibração da mucosa das pregas vocais, sendo a análise realizada por três médicos otorrinolaringologistas com experiência em laringologia (BRUM *et al.*, 2010). Ainda, em estudo de casos de pacientes com fenda glótica, antes e após a execução do som basal, três otorrinolaringologistas foram juízes dos exames de VLE e evidenciaram melhora do fechamento glótico e da amplitude de vibração da mucosa das pregas vocais (BOLZAN, CIELO, BRUM, 2008).

A VLE foi utilizada com 80 crianças e adolescentes com disfonia, tendo objetivo de verificar o quadro laríngeo. Foram realizados 132 diagnósticos, dentre eles, doenças benignas da mucosa (nódulos, pólipos, cistos e sulcos), distúrbios inflamatórios, distúrbios funcionais, doenças congênitas, lesões traumáticas e distúrbios neurológicos. Verificou-se que a VLE revela características sutis das AL e auxilia a identificação de processos inflamatórios (MORTENSEN, SCHABERG, PEAK WOO, 2010).

Na verificação dos efeitos das técnicas vocais de vibração sonorizada de língua e lábios, sons nasais e sobrearticulação, a VLE mostrou número significativo de sujeitos que passaram a apresentar fechamento glótico completo, redução de fenda triangular posterior e melhora da movimentação muco-ondulatória (PEREIRA, 2011). Em estudo recente realizado com 50 mulheres sem AL que realizaram leitura oral por duas horas, a fim de verificar as modificações vocais, utilizou-se a VLE para verificar a presença ou ausência de AL no processo de amostragem (REMACLE *et al.*, 2012).

Ainda, ao enfatizar as avaliações multidimensionais em pesquisas sobre fonoterapia, deve-se considerar a opinião dos sujeitos que participam dos estudos, através de protocolos de autoavaliação das sensações vocais subjetivas.

2.1.4 Autoavaliação das sensações vocais subjetivas

A autoavaliação das sensações subjetivas em relação à voz vem sendo utilizada nas pesquisas com técnicas vocais e está sendo cada vez mais valorizada, enriquecendo os achados em pesquisas sobre os efeitos ou eficácia de técnicas vocais. Além disso, durante a fonoterapia, a autoavaliação favorece a adesão do paciente que se engaja ao tratamento, realizando as técnicas que lhe proporcionam benefícios “mais concretos” (MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; D’AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; COSTA *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011; GUZMÁN *et al.*, 2012c; CHRISTMANN, 2012; MAIA *et al.*, 2012).

Pesquisa com a técnica de fonação em canudos e a técnica *finger kazoo*, realizada com 23 mulheres, aplicou questionário de autoavaliação, obtendo predomínio de sensações vocais positivas. A ocorrência de sensação de voz mais grave foi maior após a execução da fonação com canudo (SAMPALIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008).

Trabalho com um indivíduo que realizou a técnica de fonação em tubos de plástico e de vidro utilizou a autoavaliação vocal após a execução das técnicas. O sujeito referiu voz mais projetada e realizada com menor esforço (LAUKKANEN *et al.*, 2008).

Após técnica de fonação reversa, em investigação que utilizou questionário fechado de sensações positivas e negativas em relação à voz, houve ocorrência superior a 90% das sensações positivas de voz mais solta, melhora para falar e maior projeção vocal (FINGER, CIELO, 2009).

Outra pesquisa, realizada com o som fricativo vozeado /ž/ também verificou sensações vocais positivas significativas após a técnica, sendo os mais referidos: voz limpa e clara com maior facilidade de emissão, menos tremida, mais regular, fonação com menos esforço e maior sustentação da fonação (D’AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010).

O predomínio de sensações positivas também foi verificado em dois trabalhos sobre a técnica de vibração sonorizada de língua. Em um deles, com 24 mulheres sem AL e sem queixas vocais, as participantes alegaram melhora na voz, maior

projeção vocal, facilidade da produção e que o efeito era percebido imediatamente após a realização da técnica (SCHWARZ, CIELO, 2009). O outro aplicou questionário de sensações vocais subjetivas em 68 mulheres sem AL e sem queixas vocais, constatando voz mais solta e limpa, melhora para falar, melhor projeção vocal, articulação mais solta, melhora na fluência e sensação de relaxamento (ZIMMER, 2011).

Investigação sobre o efeito imediato de uma sequência de quatro exercícios de fonação em tubos com 24 sujeitos disfônicos aplicou protocolo de autoavaliação das sensações, verificando predomínio de sensações positivas, como maior estabilidade vocal, sensação de garganta aberta e músculos mais relaxados (GUZMÁN *et al.*, 2012c).

Em pesquisa sobre a técnica *finger kazoo*, com questionário de autoavaliação imediatamente e cinco minutos após a técnica, a maioria significativa do grupo analisado referiu melhora da qualidade vocal. Ainda, houve correlação da sensação de voz melhor e maior escurecimento do traçado de F3 (CHRISTMANN, 2012).

Em outro estudo, 50 mulheres sem AL realizaram leitura oral por duas horas e, antes da leitura e a cada 30 minutos, preencheram um questionário de autoavaliação vocal constando os itens qualidade vocal, esforço fonatório e desconforto laríngeo. Verificou-se que apenas no momento pré-leitura houve diferença significativa entre qualidade vocal e esforço fonatório, bem como qualidade vocal e fadiga (REMACLE *et al.*, 2012).

Observa-se maior interesse sobre a autoavaliação em pesquisas científicas, uma vez que a investigação de técnicas, terapias ou métodos visa à sua comprovação para a aplicação clínica ao paciente. Em vista disso, a opinião do sujeito é imprescindível e necessita ser correlacionada com os achados das demais avaliações.

2.2 Terapia vocal e ETVSO

A terapia fonoaudiológica baseia-se na realização de técnicas vocais que visam fixar os ajustes motores necessários à reestruturação do padrão de fonação desviado, bem como atuar sobre os delicados tecidos das pregas vocais. O principal

objetivo da terapia é retornar ao padrão próximo à normalidade, ou seja, proporcionar ao paciente a melhor voz possível, tendo em vista as limitações apresentadas por cada indivíduo (PEDROSO, 1997; ROMAN-NIEHUES, CIELO, 2006; SCHWARZ, CIELO, 2009; COLTON, CASPER, LEONARD, 2010; MENEZES *et al.*, 2010; ZIMMER, 2011; PIMENTA, 2011; CHRISTMANN, 2012).

Além do objetivo de melhorar a qualidade vocal do paciente disfônico, as técnicas fonoterapêuticas também são empregadas na terapia de voz para prevenção, reabilitação e aperfeiçoamento vocal, principalmente, em profissionais da voz (PEDROSO, 1997; ZIMMER, 2011; CHRISTMANN, 2012). Dentre os benefícios proporcionados pelas técnicas fonoterapêuticas, destacam-se a melhora do movimento ondulatório da mucosa das pregas vocais, a ativação da circulação sanguínea periférica, o equilíbrio ressonantal, o aumento da energia harmônica, o aumento da resistência vocal e o auxílio no equilíbrio das forças mioelásticas da laringe e aerodinâmicas pulmonares (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; AZEVEDO *et al.*, 2010; ROMAN-NIEHUES, CIELO, 2010; BEBER, CIELO, 2010; MAIA *et al.*, 2012; CHRISTMANN, 2012).

Verificam-se, na literatura, diversas técnicas que, de acordo com os estudos realizados, proporcionam melhoras da qualidade vocal, verificadas a partir de avaliações multidimensionais como as análises vocais perceptivoauditiva e acústica, a VLE e a sensações vocais autorrelatadas (FINGER, CIELO, 2009; ROMAN-NIEHUES, CIELO, 2010; VAMPOLA *et al.*, 2011; GUZMÁN *et al.*, 2012c; MAIA *et al.*, 2012; CHRISTMANN, 2012).

Um grupo de exercícios que vem sendo cada vez mais pesquisado são os ETVSO, realizados através da oclusão parcial da região anterior do trato vocal, que se torna constricto e ou alongado, promovendo a ressonância retroflexa em direção às pregas vocais (STORY, LAUKKANEN, TITZE, 2000; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; GASKILL, QUINNEY, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012c; ; MAIA *et al.*, 2012; CHRISTMANN, 2012; CIELO *et al.*, 2012).

A terapia vocal com ETVSO engloba técnicas como vibração sonorizada de língua ou lábios, fricativos vozeados, firmeza glótica, *finger kazoo*, /b/ prolongado, *humming*, *y-buzz*, constrição labial e fonação em tubos, vogais arredondadas (BELE, 2005; MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2005; TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; GASKILL, ERICKSON, 2008; FINGER, CIELO, 2009; ROMAN-NIEHUES, CIELO, 2010; D'AVILA, CIELO,

SIQUEIRA, 2010; VAMPOLA *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011; LAUKKANEN *et al.*, 2012; MAIA *et al.*, 2012; CHRISTMANN, 2012; CIELO *et al.*, 2012; CORDEIRO *et al.*, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012a; GUZMÁN *et al.*, 2012c).

Na literatura, encontra-se a teoria linear e não-linear da produção vocal. Na primeira, os autores que a defendem sugerem que a fonte do som é independente do filtro, ou seja, o filtro não pode influenciar a vibração das pregas vocais, apenas modificar o som produzido. No entanto, a teoria não-linear sugere que o trato vocal, além de atuar como filtro, também atua como modificador da vibração das pregas vocais por meio da alteração de sua impedância acústica (GASKILL, ERICKSON, 2008; TITZE, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; CORDEIRO *et al.*, 2010; CIELO *et al.*, 2012).

Durante a realização dos ETVSO, a impedância do trato vocal é aumentada. Com isso, pode-se sugerir que a semioclusão dos lábios, durante a execução desses exercícios, promove um mecanismo de proteção para as pregas vocais, pois o aumento da pressão na região sub e supraglótica eleva a pressão transglótica. Isso promove o afastamento das pregas vocais (TITZE *et al.*, 2002; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; TITZE, 2009; CIELO *et al.*, 2012; CHRISTMANN, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012a). Tal fenômeno ocorre durante a execução do exercício, porém, pode-se sugerir que esse equilíbrio permaneça, após sessões de fonoterapia, proporcionando uma fonação mais eficaz ao paciente (CIELO *et al.*, 2012).

Os efeitos da técnica fonoterapêutica de fricativo sonoro /ž/ foram analisados após duas séries de 15 repetições. Constatou-se, através das avaliações de eletroglotografia, análise vocal perceptivoauditiva, acústica e autoavaliação vocal, redução do ruído glótico, melhora da PHR, diminuição do cociente de contato entre as pregas vocais, melhora do tipo de voz e da ressonância e sensação autorreferida de voz mais clara e limpa (D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2005).

Pesquisa analisou o tempo de execução da técnica de vibração sonorizada de língua, com base na avaliação vocal perceptivoauditiva, laringoscopia e sensações vocais autorrelatadas em sujeitos de ambos os sexos. Nos homens, a avaliação perceptivoauditiva evidenciou melhoras vocais após o quinto minuto de execução e nas mulheres após o terceiro minuto. As sensações desagradáveis e sinais laringoscópicos, como hiperemia e muco, aumentaram proporcionalmente ao

aumento do tempo da execução da técnica em ambos os sexos (MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005).

Com a mesma técnica, pesquisou-se o impacto vocal e laríngeo e as sensações vocais autorrelatadas após a execução de três séries de 15 repetições, por 24 mulheres sem AL e sem queixas vocais. Verificou-se melhora do foco vertical de ressonância; do tipo de voz e de parâmetros espectrográficos; predomínio de sensações positivas; aumento da f_0 ; manutenção dos parâmetros das imagens laríngeas na VLE; melhora da constrição medial do vestíbulo, conforme o aumento do tempo de realização (SCHWARZ, CIELO, 2009).

As modificações vocais, após duas séries de 15 repetições do som fricativo /ž/, foram investigadas em dez mulheres sem AL e sem queixas vocais. No estudo, foram realizadas avaliação vocal perceptivoauditiva, acústica e eletroglotográfica e das sensações vocais autorrelatadas. Houve melhora da estabilidade e da projeção vocal, redução do esforço durante a fonação e maior facilidade na emissão vocal (D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010).

Outros três trabalhos investigaram o tempo do ETVSO através da vibração sonorizada de língua e o compararam com a qualidade vocal de mulheres. Um deles concluiu que a técnica foi mais efetiva após três minutos de execução, gerando aumento da f_0 e diminuição do ruído (AZEVEDO *et al.*, 2010). Outro, com 27 mulheres com nódulos vocais e que realizaram a técnica em quatro etapas (um, três, cinco e sete minutos), verificou que a melhor voz foi considerada após cinco minutos de execução da técnica e, após sete minutos, houve aumento da tensão vocal e queda na qualidade vocal (MENEZES *et al.*, 2010).

No terceiro trabalho, os pesquisadores constataram, após três minutos de técnica, aumento da f_0 e das médias das f_0 , melhora de vf_0 , PPQ e NHR. Não houve diferença nos aspectos de EBL e EBE, conforme o tempo de execução da técnica (inferior ou superior a três minutos). Houve, ainda, correlação positiva entre a melhora dos aspectos espectrográficos e das sensações vocais autorrelatadas e o predomínio de sensações positivas após a execução da técnica em ambos os intervalos de tempo (ZIMMER, 2011).

Em estudo sobre o efeito imediato do exercício de sopro sonorizado, realizado com 33 indivíduos acima de 65 anos de idade, coletou-se a vogal /ɛ:/ a partir da emissão regular do indivíduo, após a emissão da fala espontânea e após a realização do exercício. Realizou-se a análise vocal perceptivoauditiva para verificar

a melhor emissão. Houve diferença significativa apenas entre os momentos de emissão regular e de fala habitual, e as emissões após o exercício foram consideradas melhores na maioria dos casos (SIRACUSA *et al.*, 2011).

Estudo mais recente investigou os efeitos imediatos do exercício de sopro e som agudo em 46 mulheres, 23 com queixa vocal (GQ), com presença de nódulo, cisto, sulco e pólipos vocais ao exame otorrinolaringológico, e 23 sem queixa (GSQ). Verificou-se melhora vocal perceptivoauditiva em ambos os grupos; aumento da f_0 após o exercício no GQ; redução dos valores de *Jitter* e *Shimmer* no GSQ; melhora da coaptação glótica e redução do envolvimento do vestíbulo laríngeo após o exercício, em ambos os grupos. No GQ, os sujeitos relataram emissão mais confortável (MAIA *et al.*, 2012).

A técnica *finger kazoo* foi pesquisada recentemente, realizada em três séries de 15 repetições, por 46 mulheres sem AL e sem queixas vocais. Encontrou-se, após a execução da técnica, redução do ruído, aumento da f_0 , da estabilidade vocal e da energia harmônica. Houve aumento do escurecimento do traçado das af, da definição do traçado dos F, da regularidade do traçado e da definição dos harmônicos. Ainda, houve melhora da voz, de acordo com o aumento do escurecimento do traçado de F3, da definição e do número de harmônicos e da substituição de harmônicos por ruído nas médias frequências. Os aspectos rouquidão, astenia, sopro e instabilidade da escala RASATI correlacionaram-se positivamente com medidas de *Jitter*, *Shimmer*, STD, SPI, v_f_0 , v_{Am} , NUV, DUV. O aspecto tensão da RASATI correlacionou-se negativamente com as medidas de *Jitter* e SPI. A autoavaliação vocal evidenciou voz melhor (CHRISTMANN, 2012).

Em estudo com a técnica de vibração sonorizada de língua e de lábios, sete mulheres e sete homens executaram uma repetição em *loudness* forte e uma fraca de cada técnica para comparar a média e o desvio-padrão do quociente de fechamento glótico em ambas as técnicas e *loudness*. Houve presença de oscilação do quociente de fechamento glótico durante a execução de ambas as técnicas, sendo o quociente maior na técnica de vibração de lábios em forte *loudness*, quando comparado com aquela em fraca *loudness* e com a vibração de língua em ambas *loudness* (CORDEIRO *et al.*, 2012).

Em revisão de literatura acerca dos ETVSO, verificou-se que a semioclusão do trato vocal que ocorre nesses exercícios modifica a impedância acústica, gerando a ressonância retroflexa, o que afasta as pregas vocais durante a vibração,

reduzindo os riscos de trauma, com economia vocal. Os exercícios são utilizados em distúrbios vocais, como hipernasalidade, além do aquecimento e aperfeiçoamento vocal. A fonação com tubo imerso a 15cm na água fornece maior pressão e deve ser utilizada em disfonias hipofuncionais e a 2cm em casos hiperfuncionais. O tempo de execução ainda não foi comprovado, e os efeitos positivos proporcionados são: melhora da propriocepção, dos aspectos vocais perceptivoauditivos e acústicos e mudanças no trato vocal. Os trabalhos mais encontrados na literatura foram com as técnicas de vibração sonorizada de língua ou lábios e fonação em diferentes tubos (CIELO *et al.*, 2012).

Os benefícios que os ETVSO proporcionam estão sendo cada vez mais evidenciados em pesquisas que procuram expor resultados de duas ou mais avaliações. Ainda há poucos estudos, mas percebe-se preocupação cada vez maior em pesquisar os efeitos específicos dos ETVSO em cada nível fonatório. Dentro deste grupo de exercícios, as pesquisas com as técnicas de fonação em tubos vêm aumentando, o que possibilita um embasamento teórico mais fidedigno, contribuindo com o processo terapêutico do paciente.

2.2.1 Fonação em tubos

A fonação em tubos vem sendo utilizada, na prática clínica, com a finalidade de favorecer a economia e a eficiência vocal (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; VAMPOLA *et al.*, 2011; LAUKKANEN *et al.*, 2012; GASKILL, QUINNEY, 2012; CIELO *et al.*, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012b). Autores referem que a técnica pode ser utilizada para casos de hipernasalidade (STORY, LAUKKANEN, TITZE, 2000; TITZE, LAUKKANEN, 2007; SIRACUSA *et al.*, 2011; CIELO *et al.*, 2012), casos de disfonia tanto hipofuncionais quanto hiperfuncionais, em lesão unilateral do nervo laríngeo recorrente, em casos de nódulos vocais, além de ser usada para o aperfeiçoamento vocal pelo fato de proporcionar melhoras na qualidade e projeção vocal (BELE, 2005; SIMBERG, LAINE, 2007; TITZE, LAUKKANEN, 2007; LAUKKANEN *et al.*, 2008; GUZMÁN *et al.*, 2012c; CIELO *et al.*, 2012).

O estreitamento e alongamento do trato vocal produzido na execução da técnica, assim como nos demais ETVSO, promove a energia retroflexa em direção às pregas vocais, fato que tende a afastá-las durante a vibração, reduzindo o impacto entre essas estruturas (STORY, LAUKKANEN, TITZE, 2000; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; CIELO *et al.*, 2012). O fenômeno ocorre devido ao aumento da pressão aérea na região sub e supraglótica que, conseqüentemente, eleva a pressão em nível glótico (BELE, 2005).

Verificou-se também que o aumento da impedância do trato vocal, devido à redução da área transversal da epilaringe, pode diminuir o nível de pressão de fonação (PTP), que se refere à pressão subglótica mínima necessária para iniciar a sustentação da oscilação das pregas vocais. Isso proporciona maior facilidade para a fonação (BELE, 2005; TITZE, LAUKKANEN, 2007; LAUKKANEN *et al.*, 2007; GASKILL, ERICKSON, 2008; VAMPOLA *et al.*, 2011; CIELO *et al.*, 2012).

Na literatura, a técnica de fonação em tubos pode ser realizada com tubo mais longo de vidro ou de látex com uma de suas extremidades imersa em recipiente com água; apenas com a emissão em um tubo longo de vidro (GUZMÁN *et al.*, 2012c) ou com tubo de plástico mais curto e com diâmetro menor, mantido entre os dentes, paralelo ao chão (SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; COSTA *et al.*, 2011). Todas essas realizações produzem o alongamento do trato vocal e a ressonância retroflexa. O indivíduo deve emitir um sopro sonorizado para dentro do tubo, prolongando a emissão e modulando a frequência ou emitindo apenas vogais, sendo a vogal /u/ a mais indicada porque sua configuração labial ajusta-se melhor ao tubo (TITZE, LAUKKANEN, 2007; LAUKKANEN *et al.*, 2008; CIELO *et al.*, 2012).

A fonação em tubos de ressonância tem sido utilizada como terapia vocal desde a década de 1960, inicialmente na Finlândia, desenvolvida pelo Professor Antii Sovijärvi, da Universidade de Helsinque. Em seu trabalho publicado em 1969, referido por outros autores, Sovijärvi utilizou tubos de ressonância, como uma parte da terapia, em pesquisa com 700 pacientes e obteve resultados positivos. Com base em imagens de radiografia da bifurcação da traqueia, concluiu-se que a espessura do vidro deveria ser de 1mm e o diâmetro interno de 8mm para crianças e 9mm para adultos, e o comprimento deveria ser de 24 a 25cm para crianças e de 26 a 28cm para adultos (SIMBERG, LAINE, 2007; TITZE, LAUKKANEN, 2007; VAMPOLA *et al.*, 2011).

Somente os trabalhos de Sovijärvi de 1965, 1969, 1977 e 1989, mencionados em revisão de literatura (SIMBERG, LAINE, 2007), referem à imersão do tubo na água, mas não tratam do tamanho do recipiente, apenas sugerem que se permita a inclinação do tubo de vidro imerso na água, sem que o indivíduo necessite realizar inclinação cervical anterior.

O fato de a literatura não referir o tamanho específico do recipiente de água poderia ser justificado pela ação da pressão hidrostática, relacionada à densidade da água, força da gravidade e profundidade de imersão do tubo no recipiente. Isso significa que as dimensões do recipiente não se relacionam com a impedância exercida pela água durante a execução da técnica. A força utilizada para soprar um tubo de vidro imerso em um rio será a mesma ao soprar um tubo imerso em um copo, desde que a extremidade imersa do tubo esteja na mesma profundidade em ambos os casos. No entanto, se o tubo for imerso numa profundidade maior, o esforço do sopro será maior, equivalendo a soprar num recipiente com líquido de densidade maior (SIMBERG, LAINE, 2007).

Os trabalhos realizados por Sovijärvi com a imersão do tubo em recipientes com água, citados em revisão de literatura (SIMBERG, LAINE, 2007), mostram que a técnica pode ser realizada com o tubo imerso em diferentes profundidades, havendo interferência na impedância exercida durante a emissão do sopro sonorizado. Com isso, em casos de disfonias hipofuncionais, recomenda-se que o tubo seja imerso de cinco a 15cm na água, e que o sopro sonorizado seja realizado mais vezes em curtos períodos de tempo (SIMBERG, LAINE, 2007).

Em casos de disfonias hiperfuncionais ou de aperfeiçoamento vocal, recomenda-se que o tubo seja imerso entre um e dois centímetros na água e que o sopro sonorizado seja realizado menos vezes, mas sustentado por maior tempo. O programa de terapia nas primeiras duas semanas é baseado na realização da técnica de 10 a 12 vezes por dia, durante um minuto. Após as primeiras semanas, a execução passa a ser em torno de cinco minutos, cinco ou seis vezes por dia, variando a execução no ar e na água (SIMBERG, LAINE, 2007).

O uso da fonação em tubo imerso em água pode ser problemático devido às duas maneiras possíveis de realização, pois, caso o paciente realize-a com o tubo imerso muito abaixo da superfície da água, quando não necessário, a pressão exercida será maior, podendo piorar o quadro de disфонia. O tamanho do tubo

também pode aumentar a pressão da fonação, quando muito estreito ou muito longo (BELE, 2005).

Durante a execução da técnica de fonação em tubos, é possível perceber a sensação de vibração dos lábios e de outras estruturas, o que pode ser considerado um fator motivador, pois permite aos sujeitos perceberem que “algo está acontecendo”, ou seja, torna a técnica mais concreta. No entanto, a literatura aponta sensações que podem ser desmotivadoras para os sujeitos, tais como a secura na garganta, acúmulo de secreção em nível de prega vocal e, conseqüentemente, presença de pigarro (SIMBERG, LAINE, 2007; SCHWARZ; CIELO, 2009; CIELO *et al.*, 2012).

A partir dos estudos do professor Sovijärvi na década de 1960, algumas pesquisas relacionadas aos ETVSO, especialmente com a fonação em tubos, vêm sendo realizadas. Entretanto, a maioria dos estudos não fez uso de avaliações multidimensionais, de maneira que somente alguns aspectos foram abordados (LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; VAMPOLA *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2011; GASKILL, QUINNEY, 2012; LAUKKANEN *et al.*, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012a; GUZMÁN *et al.*, 2012c).

Pesquisa realizada com tubos de plástico e de vidro, com comprimentos de 14 a 55cm e diâmetros de 2,5 a 7mm, analisou a atividade dos músculos tireoaritenóideo (TA), cricotireóideo (CT) e cricoaritenóideo lateral (CAL), por meio de eletromiografia antes, durante e após a técnica, realizada por um sujeito do sexo feminino. A atividade desses músculos foi significativamente maior durante e após a fonação em tubos do que antes da técnica. Além disso, a atividade do músculo TA foi maior nas vogais fechadas /i,u/ do que na vogal /a/ (LAUKKANEN *et al.*, 2008).

Pesquisa realizada com a técnica fonação em canudos e a técnica *finger kazoo* verificou, na análise perceptivoauditiva das vozes, que a maioria dos trechos pós-fonação em canudos foram escolhidos como melhores, tanto na vogal sustentada quanto na fala encadeada, quando comparados com os trechos coletados anteriormente à execução da técnica. Ainda, verificou-se predomínio de sensações vocais positivas e, na análise acústica, redução da f_0 dos indivíduos, fato que pode estar relacionado à redução da tensão dos ajustes do trato vocal e à reatância (SAMPALIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008).

Estudo com a fonação em tubos foi realizado com uma mulher de 48 anos de idade, utilizando-se tubo de vidro com 27cm de comprimento e 8-9mm de diâmetro.

Utilizou-se tomografia computadorizada (TC) para visualizar a forma do trato vocal durante e após a fonação no tubo utilizando sons em frequência habitual. Após a fonação no tubo, a voluntária continuou emitindo voz, a fim de verificar as modificações na TC. O véu palatino se elevou durante a execução da técnica e permaneceu elevado após, assim como a língua que permaneceu mais elevada posteriormente; o espaço do trato vocal aumentou consideravelmente após a técnica; e houve expansão das áreas transversais da orofaringe e da cavidade oral. Verificaram-se, na análise acústica, mudanças nas frequências de F2, F4 e F5, que diminuíram, e em F3 que aumentou. Além disso, verificou-se aumento do nível de pressão sonora (NPS) (cerca de 3dB) nas faixas de frequências de 0-2 e 4-6KHz e de cerca de 5dB a mais nas faixas de 2-4 e 6-8KHz (VAMPOLA *et al.*, 2011).

Estudo realizado com 20 sujeitos do sexo masculino, que realizaram a fonação em tubos com 50cm de comprimento e 8mm de diâmetro, comparou o coeficiente de contato glótico (CQ) por meio da eletroglotografia (*Model EG2; Glottal Enterprises*). Os sujeitos foram divididos em dois grupos, um composto por dez cantores e outro por dez sujeitos sem conhecimento de técnicas de canto. Esses grupos foram divididos em subgrupos, contendo cinco sujeitos instruídos em relação à técnica e outro com cinco sujeitos sem instruções a respeito da técnica, apenas solicitados a emitir o som em *pitch* e *loudness* constantes, de maneira que a frequência permanesse entre 110 e 125Hz. Dessa forma, os grupos foram denominados como destreinados não instruídos (UTNI), destreinado instruído (ITU), treinado não instruído (TNI) e treinado instruído (TI). Antes da realização da técnica, os sujeitos realizaram oito emissões da vogal /a/ em *pitch* e *loudness* habituais e logo após realizaram 12 emissões de uma vogal no tubo de ressonância, com ao menos cinco segundos de duração.

Verificou-se, na pesquisa supracitada, que a média do CQ aumentou durante a fonação em tubos e, após, voltou para o valor inicial, exceto para o grupo UTNI, cuja média permaneceu constante. Pequenas diferenças em CQ foram encontradas em comparação com os cantores/não cantores e instruídos/não instruídos. Pela análise estatística, pareceu improvável que as variações de *pitch* e *loudness* tenham influenciado as medidas dos valores do CQ. Além disso, a maioria dos participantes apresentou redução da frequência do F1, permanecendo abaixo de 300Hz durante a fonação em tubos, com média da diferença entre f0 e F1 de 123Hz (GASKILL, QUINNEY, 2012).

Em outro estudo, também realizado com a técnica fonação em tubos (15cm de comprimento e 5mm de diâmetro), verificaram-se, através de imagens de ressonância magnética (RM), os ajustes do trato vocal de um sujeito durante a execução da técnica e imediatamente após. Além disso, realizou-se análise acústica das vozes de dez mulheres que realizaram a fonação em um tubo. Coletaram-se três emissões de vogais antes e após a execução de um minuto da técnica com a utilização de mascaramento auditivo para não ouvir a própria voz.

No sujeito único, em relação à RM, verificou-se que a área central do trato vocal apresentou-se mais alargada, principalmente na região anterior da cavidade oral. A epiglote adotou uma posição vertical durante e após a execução da técnica, e o esfíncter velofaríngeo fechou-se firmemente durante a técnica, permanecendo nessa posição após a fonação em tubos. Em relação à análise acústica, a mudança entre as frequências dos F foram relativamente pequenas, sendo que F3 aumentou ligeiramente, enquanto F2, F4 e F5 diminuíram. As diferenças entre as frequências de F2-F1, F4-F3, F5-F4 diminuíram depois da técnica; a f0 permaneceu praticamente a mesma em todas as amostras e houve aumento do NPS. Nos demais sujeitos avaliados quanto à análise acústica, verificou-se que as mudanças foram menores do que no sujeito único. O NPS não se alterou, F3 aumentou, e F4 diminuiu significativamente, após a técnica. A diferença entre F4-F3 também diminuiu significativamente (LAUKKANEN *et al.*, 2012).

Trabalho realizado com 48 sujeitos de ambos os sexos teve por objetivo investigar os efeitos imediatos do exercício de fonação com canudo, realizado várias vezes durante um minuto. Foram realizadas análises multidimensionais: análise vocal acústica e perceptivoauditiva, autoavaliação vocal e avaliação laringoscópica. Os sujeitos foram divididos em grupo com lesão (GL) (pólipo, nódulos, cisto e edema) e grupo sem lesão (GSL). A autoavaliação mostrou efeitos significativamente positivos sobre os negativos, principalmente no GL, o que não se verificou nas demais avaliações (COSTA *et al.*, 2011).

Em pesquisa que investigou o efeito imediato de uma sequência de quatro exercícios com fonação em tubos em 24 sujeitos disfônicos, utilizou-se um tubo de 3mm de diâmetro e 22,8cm de comprimento. Todos executaram a técnica de quatro maneiras com duração de 2,5 minutos: em *pitch* e *loudness* habituais, produzindo glissandos ascendentes e descendentes, com aumento de *pitch* e *loudness* através do apoio abdominal e produzindo uma melodia dentro do tubo. Na análise acústica,

verificou-se diferença significativa entre o pré e pós-exercícios, nos parâmetros *Cepstrum*, *Jitter*, *Shimmer* e *PHR*. Houve predomínio de sensações vocais positivas (GUZMÁN *et al.*, 2012c).

Estudo mais recente investigou uma sequência de ETVSO em 11 estudantes de teatro diagnosticados com síndrome de tensão musculoesquelética. A sequência incluiu a fonação em tubo de plástico com 5mm diâmetro e 30cm de comprimento; tubo de plástico com 5mm de diâmetro e 10cm de comprimento e fonação com o fonema bilabial /β:/. Cada exercício foi realizado de três maneiras: três emissões sustentadas em *pitch* e *loudness* habituais; três glissandos ascendentes e três glissandos descendentes. Foram realizadas seis sessões de 30 minutos, uma por semana, e os participantes foram orientados a realizar a sequência duas vezes por dia em suas casas. Os autores encontraram mudanças positivas na espectrografia e os resultados da nasofibrolaringoscopia evidenciaram, após o tratamento, que em três sujeitos o padrão de hipertensão reduziu; três não apresentaram hipertensão; três se mantiveram com o mesmo grau de tensão muscular e dois apresentaram constrição de banda ventricular (GUZMÁN *et al.*, 2012a).

Com base nesta revisão de literatura, é possível observar a importância das avaliações multidimensionais, de modo que cada uma fornece dados fundamentais à pesquisa científica e contribui com a prática clínica. Além disso, as pesquisas realizadas com os ETVSO evidenciam a necessidade da realização de mais estudos em função dos benefícios que esses exercícios propiciam. A técnica de fonação em tubos, cada vez mais pesquisada, instiga a curiosidade dos pesquisadores, fazendo com que sejam realizados estudos mais específicos das modificações vocais, laríngeas e, inclusive, de trato vocal, proporcionados por ela (SIMBERG, LAINE, 2007; TITZE, LAUKKANEN, 2007; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; VAMPOLA *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2011; LAUKKANEN *et al.*, 2012; GASKILL, QUINNEY, 2012).

3 ARTIGO DE PESQUISA

Fonação em tubo de vidro imerso em água: análise vocal perceptivoauditiva, acústica e videolaringoestroboscópica em mulheres

Joziane Padilha de Moraes Lima⁽¹⁾, Carla Aparecida Cielo⁽²⁾, Fabrício Scapini⁽³⁾

(1) Fonoaudióloga; Mestranda em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria. Bolsista CAPES.

(2) Fonoaudióloga; Professora Associada dos cursos de graduação em Fonoaudiologia e Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS; Doutora em Linguística Aplicada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2.

(3) Médico otorrinolaringologista; Doutor em Ciências – Otorrinolaringologia – pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, RS, Brasil.

Área de pesquisa: Voz. Tipo de pesquisa: Artigo original de pesquisa. Título resumido: Fonação em tubo: análises vocais

Fonte de Auxílio: CNPq e CAPES

Endereço para correspondência: Rua Alfredo Tonetto, nº 404, CEP: 97110-802; Bairro Camobi; Cidade Santa Maria; Rio Grande do Sul; Brasil.

Telefone para contato: (55) 91410709; (55) 32266551

Email: jozimoraeslima@gmail.com

3.1 Resumo

Objetivo: verificar e correlacionar medidas vocais acústicas de fonte glótica e características laríngeas de mulheres sem afecções laríngeas e sem queixas vocais, após a fonação em tubo de vidro imerso em água (FTVIA). **Método:** Vinte e quatro mulheres, entre 18 e 40 anos de idade, foram avaliadas e distribuídas em 12 no grupo de estudo (GE) e 12 no grupo de controle (GC). Realizaram-se coleta da vogal /a:/ e videolaringostroboscopia (VLE) antes e após a execução da FTVIA, no GE, e antes e após um período de silêncio no GC. Realizou-se análise vocal acústica e perceptivoauditiva e análise estatística com *Wilcoxon*, Qui-quadrado e *Spearman* ($p < 0,05$). **Resultados:** GE: melhora do quociente de perturbação do *pitch* suavizado (sPPQ), índice de turbulência vocal (VTI), *Shimmer* percentual (*Shim*) e *Shimmer* em dB (ShdB); melhora da soproidade na RASATI; na VLE, a constrição do vestíbulo laríngeo não se alterou significativamente. **Conclusão:** A técnica de FTVIA reduziu a aperiodicidade da vibração glótica e do ruído, com aumento da energia harmônica e consequente melhora do sinal glótico. Na VLE, a constrição do vestíbulo laríngeo não se alterou significativamente, o que sugere que a técnica não provoca hipertensão laríngea.

Descritores: Voz. Reabilitação. Fonação. Acústica da fala.

3.2 Abstract:

Objective: check and correlate measures of vocal acoustic of the glottal source and laryngeal characteristics of women without laryngeal disorders and without vocal complaints, after the phonation in a glass tube immersed in water (PGTIW). **Methods:** Twenty-four women, between 18 and 40 years, were available and allocated in two groups, being 12 in the study group (SG) and 12 in the control group (CG). Were performed collect the vowel /a:/ and videolaryngostroboscopy (VLS) before and after the execution of PGTIW, in the SG, and before and after a period of silence in the CG. Was performed an analysis vocal acoustics and hearing perceptual and statistical analysis with *Wilcoxon*, Chi-square and *Spearman* ($p < 0,05$). **Results:** SG: improvement of the smoothed *pitch* perturbation quotient (sPQP), voice turbulence index (VTI), *Shimmer* percentage (*Shim*) and *Shimmer* in dB (ShdB); improvement of breathiness in RASATI; in the VLS, the laryngeal vestibule constriction did not change significantly. **Conclusion:** The technique PGTIW reduced of vibration glottal aperiodicity and the noise, with increased energy harmonic and consequent improvement of the glottal signal. In VLS, the laryngeal vestibule constriction did not change significantly, this suggests that the technique does not cause laryngeal hypertension.

Keywords: Voice. Rehabilitation. Phonation. Speech Acoustics.

3.3 Introdução

Os exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO) apresentam em comum a semioclusão dos lábios durante sua execução, o que promove a ressonância retroflexa em direção às pregas vocais, favorecendo a economia e eficiência vocal, além do aumento de *loudness*¹⁻¹⁴. O grupo de ETVSO engloba vibração sonorizada de língua e lábios, fricativos, firmeza glótica, *finger kazoo*, /b/ prolongado, *humming*, *y-buzz*, constrição labial, vogais arredondadas e fonação em tubos^{4,6,8,11-13,15-19}.

A fonação em tubo de vidro imerso em água (FTVIA) foi estudada pela primeira vez na década de 1960 pelo professor finlandês Antti Sovijärvi, da Universidade de Helsinque²⁰. A partir desse trabalho, outros autores investigaram as modificações vocais produzidas pela técnica com tubos de diferentes materiais, comprimentos, diâmetros, tarefas e tempos de execução, mas não imersos em água^{3-6,8,11,17-21}.

Estudos têm mostrado que a fonação em tubos melhora a atividade dos músculos intrínsecos da laringe⁵; ocasiona mudanças no trato vocal^{8,19}; resulta em auto-percepções vocais positivas^{4,20-22}; aumenta a quantidade de harmônicos; diminui o padrão laríngeo hiperfuncional, visualizado a partir de nasolaringofibrosopia¹²; e melhora os parâmetros *Cepstrum*, *Jitter* e proporção harmônico-ruído (PHR)²². Em relação à frequência fundamental (f_0), os efeitos são menos evidentes, com trabalho mostrando diminuição da f_0 ⁴, porém outra pesquisa não encontrou modificações após aplicação da técnica⁸.

Entretanto, ainda não se encontra na literatura trabalhos publicados sobre a FTVIA. Nesse sentido, há carência de pesquisas que utilizem avaliações multidimensionais correlacionando os resultados encontrados. O pouco que se conhece em relação a alguns detalhes da técnica foi mencionado numa revisão de literatura que utilizou trabalhos de congressos da década de 1960, com isso ainda não há comprovação dos seus efeitos²⁰.

A presente investigação ocorreu com mulheres sem afecções laríngeas (AL) e sem queixas vocais para observar modificações em um sistema em equilíbrio devido ao aumento da procura por aperfeiçoamento vocal e ao fato de as mulheres buscarem mais o auxílio em saúde, utilizando-se diversas medidas acústicas do mesmo parâmetro para uma análise mais ampla. A hipótese do trabalho foi a de

melhora das medidas acústicas vocais e dos aspectos laríngeos analisados após a FTVIA.

O objetivo da pesquisa foi verificar e correlacionar medidas vocais acústicas de fonte glótica e características laríngeas de mulheres adultas sem AL e sem queixas vocais após a FTVIA.

3.4 Material e método

3.4.1 Caracterização da pesquisa e aspectos éticos

Estudo transversal observacional analítico e quantitativo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição de origem (23081.016945/2010-76). A população-alvo recebeu esclarecimentos em relação aos procedimentos e foi convidada a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (CONEP/1996) (Apêndice A).

3.4.2 Sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi divulgada e explicada em palestras, oficinas e em cursos de graduação de duas instituições de ensino superior, e as mulheres interessadas assinaram uma lista e forneceram seus contatos. Agendou-se data e horário para avaliação e realização da coleta de dados.

Os critérios de inclusão adotados foram: assinatura do TCLE; sexo feminino em vista do maior número de estudos na literatura envolvendo esse sexo; idades entre 18 e 40 anos a fim de excluir disfunções hormonais e alterações estruturais do envelhecimento, que podem ocorrer principalmente após os 40 anos.

Os critérios de exclusão foram: relato de doenças neurológicas, psiquiátricas, gástricas, respiratórias, endocrinológicas e doenças sistêmicas diagnosticadas^{21,23}; vigência de infecções e alergias respiratórias no dia das avaliações; queixa vocal;

presença de AL; relato de cirurgia laríngea e/ou qualquer procedimento cirúrgico de cabeça e pescoço; relato de disfunções hormonais decorrentes de gravidez ou de período pré-menstrual ou menstrual no dia das avaliações; ser fumante e/ou etilista; ter realizado tratamento fonoaudiológico e/ou otorrinolaringológico prévios ou ser cantor; disfunções auditivas; distúrbios do sistema estomatognático, que poderiam interferir na execução da técnica ou na avaliação da voz; e intolerância à videolaringoestroboscopia (VLE), necessitando do uso de anestésico²⁴.

Inicialmente, aplicou-se um questionário e realizou-se avaliação otorrinolaringológica, do sistema estomatognático e triagem audiométrica para a aplicação dos critérios de inclusão e de exclusão. As voluntárias que não preencheram os critérios de seleção foram excluídas da pesquisa e encaminhadas para avaliações pertinentes. A partir do cálculo amostral, definiu-se uma amostra de 26 sujeitos no GE e 26 no GC. No entanto, apenas 31 voluntárias se ofereceram para a pesquisa, sendo, ainda, excluídas sete: três por necessidade de utilização de anestésico na VLE; duas por presença de AL; uma por estar no período pré-menstrual e uma por ser fumante. Com isso, a amostra foi composta de 24 mulheres, com idades entre 18 e 40 anos (média de 23,04 anos), sem queixas vocais e sem AL e cada uma foi distribuída, aleatória e sistematicamente, em dois grupos (GE=grupo de estudo e GC=grupo de controle, com 12 voluntárias cada um).

3.4.3 Coleta de dados

Todas as voluntárias emitiram a vogal /a:/ e após foram submetidas à avaliação VLE antes e imediatamente após a execução da FTVIA (GE) e antes e imediatamente após período de silêncio absoluto (GC).

As VLE foram realizadas com sistema de videolaringoestroboscopia *Atmos* (Lenzkirch, Alemanha) com óptica *Storz* de 70º (Tuttlingen, Alemanha) pelo mesmo otorrinolaringologista. As voluntárias permaneceram sentadas, com a cabeça levemente inclinada para frente e para cima. Foi solicitada a emissão sustentada das vogais /e/ e /i/, assim como em torno de duas emissões da fonação reversa, sem uso de anestesia tópica.

A coleta das duas amostras de voz da vogal /a:/ foi realizada em ambiente com nível de ruído abaixo de 50dB, verificado por meio do medidor de pressão sonora *Instrutherm*, modelo Dec-480^{13,25} realizando a emissão de /a:/ em *pitch* e *loudness* habituais^{13,26}. Após inspiração profunda, emitiram a vogal em tempo máximo de fonação (TMF), sem fazer uso da reserva expiratória^{13,27,28}.

Utilizou-se gravador digital profissional da marca *Zoom*, modelo H4n (microfone *stereo*, unidirecional, 96KHz, 16bits, 50% do nível de gravação do sinal de entrada), fixado em pedestal e posicionado em ângulo de 90° e a quatro centímetros em frente à boca do sujeito^{13,22,29,30}.

Nos dois momentos previstos, tomou-se como base para a edição do tempo de sustentação (tempo-padrão para a pesquisa) o menor tempo realizado dentre todos os sujeitos do GE e do GC, já eliminados o ataque vocal e o final da emissão, devido aos períodos naturais de instabilidade, resultando no tempo da amostra vocal para análise de 3,5s^{4,13,31}.

3.4.4 Execução da técnica FTVIA

Utilizou-se tubo de vidro com 27cm de comprimento, 1mm de espessura e 9mm de diâmetro^{5,11,19} e recipiente com água com 12cm de largura, 12cm de profundidade, 15cm de comprimento, com água até a altura de nove centímetros, a fim de evitar a postura inadequada da coluna cervical, durante a execução da técnica. Adaptou-se um suporte para fixação do tubo ao recipiente, de forma que o ângulo entre o tubo e o queixo da voluntária permanecesse o mesmo para todos os sujeitos e que sua extremidade distal permanecesse submersa a dois centímetros da superfície (medida previamente marcada no tubo)²⁰ (Figura 1).

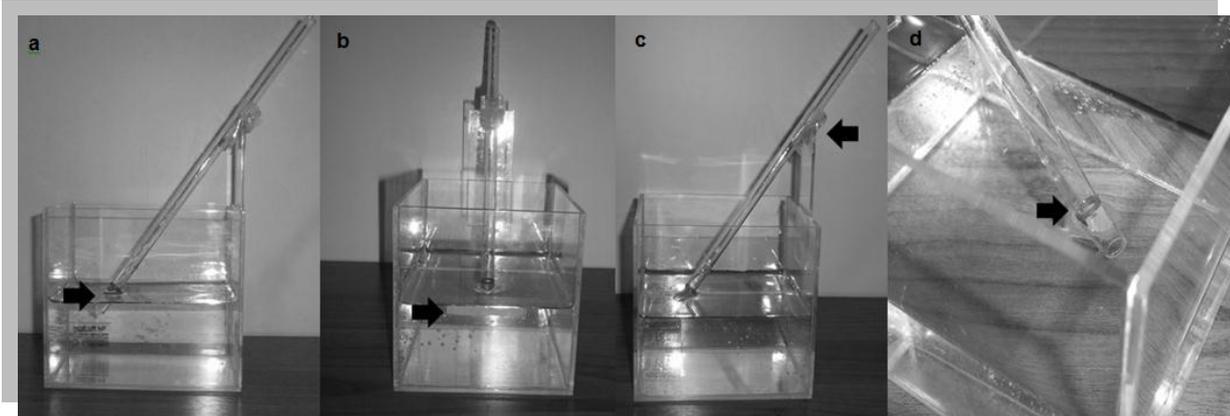


Figura 1 – a) marca do tubo no nível de água, imerso a 2cm da superfície; b) marca do nível da água no recipiente (9cm); c) Suporte do tubo; d) marca no tubo para imersão a 2 cm

Após a coleta de /a:/ no momento pré-técnica, as voluntárias do GE foram ensinadas a executar a técnica FTVIA através da orientação e demonstração de uma fonoaudióloga. Foram instruídas a permanecer sentadas de forma confortável, manter a coluna ereta, os pés apoiados no chão e colocar a extremidade proximal do tubo entre os lábios, emitindo o fonema /u:/^{5,11,19}, sem esforço muscular da cintura escapular e da região supra-hioidea e em *pitch* e *loudness* habituais. A emissão do fonema /u:/ ocorreu em uma expiração completa (em TMF) e cada sustentação foi considerada equivalente a uma repetição, realizando-se três séries de 15 repetições^{13,18,32,33}. A postura, o esforço muscular e a execução correta da técnica foram monitorados visualmente pela fonoaudióloga¹³. A fim de manter a postura correta e a altura do tubo no nível dos lábios, utilizou-se um ajuste de elevação do recipiente, conforme altura de cada participante.

Após cada série, as voluntárias tiveram um intervalo de 30 segundos de repouso passivo (silêncio absoluto)^{13,32,33}. A ingestão de água foi permitida pelo fato de a hidratação ocorrer de maneira sistêmica, demorando algumas horas para chegar à laringe^{13,17,18,25}.

As voluntárias do GC, após a coleta de /a:/, ao invés de executarem a técnica, permaneceram em silêncio absoluto durante o tempo correspondente ao que os respectivos pares do GE levaram para realizá-la. A média do tempo de execução da técnica e, conseqüentemente, de permanência em silêncio pelo GC, foi de 11 segundos.

3.4.5 Avaliação vocal perceptivoauditiva

A avaliação perceptivoauditiva foi realizada individualmente por quatro fonoaudiólogas com experiência na área de voz. As juízas receberam um DVD, no qual as vozes foram gravadas em pares, referentes ao momento pré-técnica ou pré-silêncio e ao momento pós-técnica ou pós-silêncio, separados por um intervalo silente e foram orientadas a analisar as emissões com a utilização de fones de ouvido, escutando as vozes quantas vezes fossem necessárias, em ambiente silencioso⁷.

Utilizou-se a escala RASATI (Anexo A), que se propõe a avaliar os parâmetros de rouquidão (R), aspereza (A), soprosidade (S), astenia (A), tensão (T) e (I) instabilidade. Para cada um dos itens da escala são atribuídos: 0= normalidade, quando nenhum desvio vocal é percebido pelo ouvinte; 1= desvio discreto ou em caso de dúvida se o desvio está presente ou não; 2= moderado, quando o desvio é evidente e 3= desvios vocais extremos^{13,25,29,35-40}.

3.4.6 Análise da avaliação videolaringostroboscópica

A análise das VLE referentes aos dois momentos da pesquisa foi realizada individualmente por dois médicos otorrinolaringologistas, com experiência em laringologia. Cada médico recebeu um DVD com os vídeos dos exames e avaliou pares de imagens das VLE referentes ao momento pré-técnica ou pré-silêncio e ao momento pós-técnica ou pós-silêncio do mesmo sujeito, através da comparação das imagens laríngeas, preenchendo um protocolo específico (Anexo B)^{29,40-42}. Os juízes receberam os pares de VLE aparecendo na tela de forma simultânea (sem áudio) e também um após o outro, de forma consecutiva (com áudio), a fim de facilitar a análise. Os aspectos avaliados foram: fechamento glótico, amplitude de vibração, constrição do vestíbulo laríngeo, simetria da vibração e onda mucosa⁴³.

Nenhum dos avaliadores fonoaudiólogos ou médicos participou da pesquisa como sujeito ou como autor, e todos foram cegados a respeito do objetivo da pesquisa, da técnica pesquisada, dos momentos pré e pós-técnica, sobre o que

significavam os códigos das amostras e sobre a sua replicação^{13,28,41,44} sendo informados apenas a respeito do sexo e da faixa etária dos sujeitos^{13, 45}.

3.4.7 Análise vocal acústica

As vozes também foram analisadas acusticamente pelo *Multi Dimension Voice Program Advanced* (MDVPA), da *KayPentax®*, com base na vogal /a:/ editada no tempo-padrão de 3,5s, com taxa de amostragem de 44KHz e 16bits. Uma vez que a análise acústica ainda não permite o estabelecimento de relação direta entre uma característica específica da fisiologia fonatória e uma determinada medida acústica, diferentes medidas acústicas do mesmo fenômeno foram utilizadas, interpretando-as em conjunto. Foram extraídas as **medidas de frequência**: f0, f0 máxima (fhi), f0 mínima (flo), Desvio-padrão da f0 (STD); as **medidas de perturbação de frequência**: *Jitter* absoluto (*Jita*), *Jitter* percentual ou relativo (*Jitt*), Média relativa da perturbação do *pitch* (RAP), Quociente de perturbação do *pitch* ou da frequência (PPQ), Quociente de perturbação do *pitch* ou da frequência suavizado (sPPQ), Variação da f0 (vf0); as **medidas de perturbação de amplitude**: *Shimmer* absoluto ou em dB (ShdB), *Shimmer* percentual ou relativo (Shim), Quociente de perturbação da amplitude (APQ), Quociente de perturbação da amplitude suavizado (sAPQ), Variação da amplitude (vAm); as **medidas de ruído**: Proporção ruído-harmônico (NHR), Índice de turbulência vocal (VTI), Índice de fonação suave (SPI); as **medidas de quebra de voz**: Grau de quebras vocais (DVB), Número de quebras vocais (NVB); as **medidas de segmentos surdos ou não sonorizados**: Número de segmentos não sonorizados (NUV), Grau de segmentos não sonorizados (DUV); as **medidas de segmentos sub-harmônicos**: Grau dos componentes sub-harmônicos (DSH), Número de segmentos sub-harmônicos (NSH). Dessa forma, puderam-se analisar os níveis de aperiodicidade/ruído; de energia harmônica, de estabilidade e da frequência do sinal vocal. Para a medida de f0, foram utilizados os valores de referência de 150 a 250Hz, com base na literatura para o sexo feminino^{13,25,42,46}.

3.4.8 Análise estatística

As amostras da RASATI e da VLE foram replicadas em 25%, a fim de verificar a confiabilidade intra-avaliador. Dessa maneira, foram avaliados 24 pares de amostras (12 do GC e 12 do GE) e seis réplicas, totalizando 30 pares para cada avaliador. A partir do cálculo do coeficiente *Kappa*, verificou-se, na análise das juízas da RASATI, os valores 0,72 para a juíza 1; 0,56 para a juíza 2; 0,46 para a juíza 3; 0,38 para juíza 4. Na análise da VLE, encontraram-se os valores de 0,50 para o juiz 1 e 0,29 para o juiz 2^{13,33,42}. A confiabilidade interavaliador das três juízas da RASATI foi de 0,31 e dos juízes da VLE foi de 0,2. Consideraram-se os valores entre 0,8 e 1 para confiabilidade quase perfeita; 0,6 e 0,79, boa; 0,4 e 0,59, moderada; 0,2 e 0,39, regular; zero e 0,19, pobre; zero e -1, nenhuma confiabilidade^{13,39,45}. As avaliações das três juízas de maior confiabilidade na RASATI foram consideradas em conjunto para determinar o julgamento predominante em cada parâmetro^{13,39,45,47,48}.

Para a comparação das medidas do MDVPA, utilizou-se o teste *Wilcoxon*. Para a comparação dos dados da VLE e RASATI, utilizou-se o teste Qui-quadrado e, para as correlações entre os resultados das avaliações, o coeficiente de correlação de *Spearman*. A classificação dos valores de correlação foi: correlação bem fraca (0 a 0,19); correlação fraca (0,20 a 0,39); correlação moderada (0,40 a 0,69); correlação forte (0,70 a 0,89); correlação muito forte (0,90 a 1,00). O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

3.5 Resultados

Tabela 1 - Comparação das medidas vocais acústicas de fonte glótica do MDVPA entre pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC

	GE					GC				
	Pré-técnica		Pós-técnica		p-valor	Pré-silêncio		Pós-silêncio		p-valor
	Média	DP	Média	DP		Média	DP	Média	DP	
f0 (Hz)	198,14	23,59	200,93	28,19	0,6378	214,93	20,49	215,40	16,80	0,4327
fhi (Hz)	218,75	34,51	215,21	32,94	0,6378	226,17	23,17	225,09	18,19	0,5829
flo (Hz)	184,10	19,38	191,06	28,88	0,1579	205,59	20,15	206,66	17,41	0,3881
STD f0 (Hz)	3,81	2,70	2,54	0,93	0,0916	2,86	0,98	2,63	0,74	0,3669
Jita (us)	58,26	32,15	46,78	23,44	0,1360	60,14	30,77	55,56	32,59	0,5829
Jitt (%)	1,16	0,69	0,90	0,38	0,1579	1,29	0,67	1,17	0,63	0,5302
RAP (%)	0,70	0,42	0,54	0,23	0,1360	0,78	0,41	0,70	0,38	0,5302
PPQ (%)	0,68	0,40	0,54	0,24	0,1467	0,75	0,38	0,68	0,36	0,4801
sPPQ (%)	0,95	0,61	0,65	0,21	0,0498*	0,84	0,370	0,76	0,32	0,4801
vf0 (%)	1,94	1,47	1,28	0,49	0,0597	1,32	0,42	1,23	0,36	0,4327
ShdB (dB)	0,33	0,09	0,29	0,09	0,0229*	0,27	0,06	0,26	0,04	0,3465
Shim (%)	3,76	1,04	3,42	1,10	0,0229*	3,17	0,74	2,98	0,52	0,3465
APQ (%)	2,80	0,71	2,53	0,74	0,3123	2,31	0,52	2,23	0,42	0,6948
sAPQ (%)	5,16	1,48	4,39	0,91	0,0994	4,51	1,02	3,80	0,80	0,0186*
vAm (%)	14,06	5,34	11,86	3,22	0,3881	11,57	2,19	10,23	3,55	0,6378
NHR	0,14	0,02	0,13	0,02	0,1166	0,12	0,02	0,12	0,02	0,5049
VTI	0,05	0,01	0,04	0,02	0,0229*	0,04	0,01	0,04	0,01	0,8445
SPI	12,73	7,69	10,61	7,19	0,1166	8,64	4,88	9,32	5,55	0,9374
DVB (%)	0,08	0,29	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-
DSH (%)	0,64	1,16	0,35	0,57	0,4630	0,21	0,39	0,14	0,49	0,5929
DUV (%)	0,46	1,18	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-
NVB (%)	0,08	0,28	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-
NSH (%)	0,75	1,35	0,41	0,66	0,8626	0,25	0,45	0,16	0,57	0,5929
NUV (%)	0,58	1,50	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-

Teste *Wilcoxon*

* valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

p: significância estatística

GE: grupo de estudo

GC: grupo de controle

DP: desvio-padrão

f0: frequência fundamental

fhi: f0 máxima

flo: f0 mínima

STD: desvio-padrão da f0

Jita: *Jitter* absoluto

Jitt: *Jitter* percentual ou relativo

RAP: média relativa da perturbação do *pitch*

PPQ: quociente de perturbação do *pitch* ou da frequência

sPPQ: quociente de perturbação do *pitch* ou da frequência suavizado

vf0: variação da f0

ShdB: *Shimmer* absoluto ou em dB

Shim: *Shimmer* percentual ou relativo

APQ: quociente de perturbação da amplitude

sAPQ: quociente de perturbação da amplitude suavizado

vAm: variação da amplitude

NHR: proporção ruído-harmônico

VTI: índice de turbulência vocal

SPI: índice de fonação suave

DVB: grau de quebras vocais

DSH: grau dos componentes sub-harmônicos

DUV: grau de segmentos não sonorizados

NVB: número de quebras vocais

NSH: número de segmentos sub-harmônicos

NUV: Número de segmentos não sonorizados

Tabela 2 - Comparação dos resultados da análise vocal perceptivoauditiva (RASATI) entre pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC

	GE									GC									
	Pré-técnica n (%)				Pós-técnica n (%)					p-valor	Pré-silêncio n (%)				Pós-silêncio n (%)				
	0	1	2	3	0	1	2	3	0		1	2	3	0	1	2	3	p-valor	
R	6 (50,00)	5 (41,67)	1 (8,33)	-	9 (75,00)	3 (25,00)	-	-	0,3499	8 (66,67)	4 (33,33)	-	-	8 (66,67)	4 (33,33)	-	-	1,0000	
A	12 (100,00)	-	-	-	12 (100,00)	-	-	-		12 (100,00)	-	-	-	12 (100,00)	-	-	-	-	
S	2 (16,67)	10 (83,33)	-	-	8 (66,67)	4 (33,33)	-	-	0,0130*	9 (75,00)	3 (23,00)	-	-	4 (33,33)	7 (58,33)	1 (8,33)	-	0,4984	
A	12 (100,00)	-	-	-	12 (100,00)	-	-	-		12 (100,00)	-	-	-	12 (100,00)	-	-	-	-	
T	11 (91,67)	1 (8,33)	-	-	11 (91,67)	1 (8,33)	-	-	1,0000	12 (100,00)	-	-	-	12 (100,00)	-	-	-	-	
I	6 (50,00)	5 (41,67)	1 (8,33)	-	8 (66,67)	4 (33,33)	-	-	0,2482	6 (50,00)	6 (50,00)	-	-	6 (50,00)	6 (50,00)	-	-	1,0000	

Teste Qui-quadrado

* valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

p: significância estatística

GE: grupo de estudo

GC: grupo de controle

R= rouquidão A=aspereza S= soprosidade A= astenia T= tensão I= instabilidade

Tabela 3 - Comparação das modificações videolaringoscópicas entre pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC

	GE				GC			
	Melhora n (%)	Piora n (%)	Sem alteração n (%)	p-valor	Melhora n (%)	Piora n (%)	Sem alteração n (%)	p-valor
Fechamento glótico	4 (33,33)	2 (16,67)	6 (50,00)	0,3679	2 (16,67)	2 (16,67)	8 (66,67)	0,0498*
Amplitude da vibração	6 (50,00)	6 (50,00)	-	1,0000	7 (58,33)	2 (16,67)	3 (25,00)	0,1738
Constricção do vestibulo laríngeo	1 (8,33)	-	11 (91,67)	0,0039*	-	-	12 (100,00)	-
Simetria da vibração	-	-	12 (100,00)	-	2 (16,67)	2 (16,67)	8 (66,67)	0,0498*
Onda mucosa	8 (66,67)	4 (33,33)	-	0,2482	6 (50,00)	2 (16,67)	4 (33,33)	0,3679

quadrado

* valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

p: significância estatística

GE: grupo de estudo

GC: grupo de controle

Qui-

Tabela 4 - Correlação dos resultados do MDVPA e da RASATI pós-técnica no GE

	R		A		S		A		T		I	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
f0 (Hz)	-0,0278	0,9314	-	-	0,1536	0,6335	-	-	-0,3930	0,2062	0,1024	0,7514
fhi (Hz)	-0,0278	0,9314	-	-	0,0000	1,0000	-	-	-0,2183	0,4953	0,0000	1,0000
flo (Hz)	-0,0836	0,7961	-	-	0,1536	0,6335	-	-	-0,3930	0,2062	0,1024	0,7514
STD (Hz)	-0,4181	0,1761	-	-	0,0512	0,8744	-	-	0,0436	0,8928	-0,1536	0,6335
Jita (us)	0,0278	0,9314	-	-	-0,3072	0,3313	-	-	0,2183	0,4953	-0,1024	0,7514
Jitt (%)	0,0836	0,7961	-	-	-0,4608	0,1315	-	-	0,1310	0,6848	-0,0512	0,8744
RAP (%)	0,0836	0,7961	-	-	-0,4608	0,1315	-	-	0,1310	0,6848	-0,0512	0,8744
PPQ (%)	0,0836	0,7961	-	-	-0,4096	0,1859	-	-	0,1310	0,6848	-0,1024	0,7514
sPPQ (%)	-0,1393	0,6657	-	-	-0,1536	0,6335	-	-	0,2183	0,4953	-0,0512	0,8744
vf0 (%)	-0,3066	0,3323	-	-	0,0512	0,8744	-	-	0,1310	0,6848	-0,1536	0,6335
ShdB (dB)	-0,4738	0,1196	-	-	0,0000	1,0000	-	-	-0,2183	0,4953	-0,5633	0,0565
Shim (%)	-0,4738	0,1196	-	-	0,0000	1,0000	-	-	-0,1310	0,6848	-0,5120	0,0887
APQ (%)	-0,4738	0,1196	-	-	0,0000	1,0000	-	-	-0,1310	0,6848	-0,5120	0,0887
sAPQ (%)	-0,5296	0,0765	-	-	-0,1024	0,7514	-	-	-0,3930	0,2062	-0,3584	0,2525
vAm (%)	0,1024	0,7514	-	-	0,3056	0,3338	-	-	0,2560	0,4218	-0,5305	0,0759
NHR	-0,1282	0,6912	-	-	-0,3062	0,3330	-	-	-0,1795	0,5765	-0,2792	0,3794
VTI	0,1282	0,6912	-	-	0,3062	0,3330	-	-	0,1282	0,6912	0,2508	0,4315
SPI	-0,5120	0,0887	-	-	0,1310	0,6848	-	-	-0,3072	0,3313	-0,0997	0,7577
DVB (%)	-0,4886	0,1069	-	-	0,2604	0,4135	-	-	-0,2137	0,5046	-0,0335	0,9176
NVB (%)	-0,4923	0,1039	-	-	0,3674	0,2400	-	-	-0,1538	0,6330	-0,0452	0,1314
DUV (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NUV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DSH (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NSH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Teste de correlação de *Spearman*

*valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

r: valor do coeficiente de correlação

p: significância estatística

GE: grupo de estudo

GC: grupo de controle

DP: desvio-padrão

f0: frequência fundamental

fhi: f0 máxima

flo: f0 mínima

STD: desvio-padrão da f0

Jita: Jitter absoluto

Jitt: Jitter percentual ou relativo

RAP: média relativa da perturbação do *pitch*
PPQ: quociente de perturbação do *pitch* ou da frequência
sPPQ: quociente de perturbação do *pitch* ou da frequência suavizado
vf0: variação da f0
ShdB: *Shimmer* absoluto ou em dB
Shim: *Shimmer* percentual ou relativo
APQ: quociente de perturbação da amplitude
sAPQ: quociente de perturbação da amplitude suavizado
vAm: variação da amplitude
NHR: proporção ruído-harmônico
VTI: índice de turbulência vocal
SPI: índice de fonação suave
DVB: grau de quebras vocais
DSH: grau dos componentes sub-harmônicos
DUV: grau de segmentos não sonorizados
NVB: número de quebras vocais
NSH: número de segmentos sub-harmônicos
NUV: Número de segmentos não sonorizados

Tabela 5 - Correlação dos resultados do MDVPA e da RASATI pós-silêncio no GC

	R		A		S		A		T		I	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
f0 (Hz)	0,0512	0,8744	-	-	-0,4026	0,1943	-	-	-	-	0,0965	0,7652
fhi (Hz)	-0,1024	0,7514	-	-	-0,5342	0,0735	-	-	-	-	0,0000	1,0000
flo (Hz)	0,1024	0,7514	-	-	-0,3587	0,2520	-	-	-	-	0,0965	0,7652
STD (Hz)	-0,1024	0,7514	-	-	-0,0318	0,9216	-	-	-	-	-0,2896	0,3610
Jita (us)	-0,0512	0,8744	-	-	0,0797	0,8054	-	-	-	-	-0,0965	0,7652
Jitt (%)	-0,0512	0,8744	-	-	0,0358	0,9118	-	-	-	-	-0,0965	0,7652
RAP (%)	-0,0512	0,8744	-	-	0,0358	0,9118	-	-	-	-	-0,0965	0,7652
PPQ (%)	-0,0512	0,8744	-	-	0,0358	0,9118	-	-	-	-	-0,0965	0,7652
sPPQ (%)	0,0000	1,0000	-	-	0,0358	0,9118	-	-	-	-	-0,0482	0,8815
vf0 (%)	0,0000	1,0000	-	-	0,0358	0,9118	-	-	-	-	-0,1448	0,6533
ShdB (dB)	-0,1024	0,7514	-	-	0,0318	0,9216	-	-	-	-	0,7242	0,0077*
Shim (%)	-0,1024	0,7514	-	-	0,0318	0,9216	-	-	-	-	0,7242	0,0077*
APQ (%)	-0,3072	0,3313	-	-	-0,1873	0,5598	-	-	-	-	0,7724	0,0032*
sAPQ (%)	0,0000	1,0000	-	-	-0,0438	0,8923	-	-	-	-	0,3379	0,2826
vAm (%)	0,2048	0,5230	-	-	0,1953	0,5429	-	-	-	-	0,3379	0,2826
NHR	-0,4881	0,1073	-	-	-0,3420	0,2764	-	-	-	-	0,7025	0,0108*
VTI	-0,5120	0,0887	-	-	-0,5501	0,0638	-	-	-	-	0,5310	0,0756
SPI	0,2048	0,5230	-	-	0,4185	0,1756	-	-	-	-	-0,3862	0,2149
DVB (%)	-0,2132	0,5058	-	-	-0,3983	0,1996	-	-	-	-	-0,3015	0,3408
NVB (%)	-0,2132	0,5058	-	-	-0,3983	0,1996	-	-	-	-	-0,3015	0,3408
DUV (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NUV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DSH (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NSH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Teste de correlação de *Spearman*

*valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

r: valor do coeficiente de correlação

p: significância estatística

GE: grupo de estudo

GC: grupo de controle

DP: desvio-padrão

GE: grupo de estudo

GC: grupo de controle

f0: frequência fundamental

fhi: f0 máxima

flo: f0 mínima

STD: desvio-padrão da f0

Jita: Jitter absoluto

Jitt: *Jitter* percentual ou relativo
 RAP: média relativa da perturbação do *pitch*
 PPQ: quociente de perturbação do *pitch* ou da frequência
 sPPQ: quociente de perturbação do *pitch* ou da frequência suavizado
 vf0: variação da f0
 ShdB: *Shimmer* absoluto ou em dB
Shim: *Shimmer* percentual ou relativo
 APQ: quociente de perturbação da amplitude
 sAPQ: quociente de perturbação da amplitude suavizado
 vAm: variação da amplitude
 NHR: proporção ruído-harmônico
 VTI: índice de turbulência vocal
 SPI: índice de fonação suave
 DVB: grau de quebras vocais
 DSH: grau dos componentes sub-harmônicos
 DUV: grau de segmentos não sonorizados
 NVB: número de quebras vocais
 NSH: número de segmentos sub-harmônicos
 NUV: Número de segmentos não sonorizados

3.6 Discussão

Atualmente, na prática clínica, há grande interesse sobre ETVSO, com objetivo de obterem-se benefícios através da ressonância retroflexa^{4,13,15,16,20}. Os estudos mais recentes com ETVSO de fonação em tubos foram realizados com diversas metodologias e materiais, mostrando resultados positivos, relativos tanto à fonte quanto ao filtro vocal^{2,4,5,8,19,21,22}.

Nesta pesquisa, buscou-se obter dados de diferentes tipos de avaliações, como a análise vocal acústica, perceptivoauditiva e VLE, para verificar as mudanças geradas pela FTVIA em diferentes dimensões da produção vocal. Na análise vocal acústica, verificou-se melhora significativa dos valores de sPPQ, VTI, ShdB e *Shim* do GE (Tabela 1).

O sPPQ é uma das medidas de perturbação da frequência que analisa o percentual de variabilidade entre os ciclos glóticos em conjuntos de 55 ciclos, evidenciando quanto um ciclo de vibração glótica diferencia-se de outro durante a emissão. O mesmo ocorre com ShdB (diferença média da onda sonora entre dois ciclos consecutivos) e *Shim* (diferença média da onda sonora entre dois ciclos consecutivos dividida pela amplitude média de toda a amostra analisada), medidas que correspondem à variação de amplitude ciclo-a-ciclo. As medidas de *Jitter* e de *Shimmer* relacionam-se à aperiodicidade vibratória e à instabilidade do sinal^{31,49,50}. O

VTI evidencia o nível de ruído nas altas frequências e está relacionado ao ruído de turbulência ocasionado pela falta de coaptação das pregas vocais^{31,49}.

Com base nesses achados do GE, constata-se que a FTVIA reduziu a aperiodicidade da vibração da mucosa das pregas vocais, o nível de ruído de turbulência nas altas frequências e a instabilidade do sinal, proporcionando melhora do sinal glótico com aumento da energia harmônica e diminuição de ruído.

Ainda, o nível respiratório pode ter influenciado a melhora dessas medidas, devido ao aumento do fluxo aéreo e do maior controle da musculatura respiratória, que conseqüentemente influenciam a pressão subglótica, a vibração e a coaptação das pregas vocais^{5,12,16,21,22,51}.

Os ETVSO aumentam a pressão intraoral, e conseqüentemente o contato da mucosa das pregas vocais com menos esforço, melhoram a atividade dos músculos intrínsecos da laringe, o movimento muco-ondulatório e a sincronia da vibração através da ressonância retroflexa^{5,16,12,21,22}, o que explica os achados supracitados.

Reforçando tais resultados, pesquisa com mulheres sem AL e sem queixas vocais que executaram o ETVSO *finger kazoo* encontrou diminuição significativa das medidas do MDVPA de NHR e DSH após a técnica¹³. Outros dois estudos, realizados com o ETVSO de vibração lingual sonorizada, também verificaram redução significativa do ruído^{28,52}.

Uma pesquisa com sequência de fonação em tubos associada a glissandos ascendentes e descendentes, com aumento de *pitch* e *loudness*, verificou diminuição significativa de *Jitter* e *Shimmer* e aumento da PHR e da amplitude do *Cepstrum* e *Shimmer*²², convergindo com os resultados deste estudo.

Em investigação sobre fonação em tubos com sujeitos com e sem AL, houve melhoras em medidas de perturbação da frequência como *Jita*, *Jitt*, RAP, PPQ e v_f0 e na medida de ruído NHR, porém sem diferença estatisticamente significativa²¹. Melhoras não significativas também foram observadas no presente trabalho (Tabela 1) em relação a todas as medidas de *Jitter*, todas as medidas de *Shimmer* e às medidas de DVB, DSH, DUV, NVB, NSH, NHR e NUV que, vistas em conjunto, sugerem maior estabilidade e maior energia harmônica, com diminuição de ruído^{5,8,12,21,22}.

No presente estudo, não houve modificações significativas da f_0 após a realização da FTVIA (Tabela 1), mesmo resultado de uma pesquisa realizada com tubos de 15cm de comprimento e 5mm de diâmetro⁸ e de outra com tubo de plástico

de 8,7cm de comprimento e 1,5mm de diâmetro²¹. No entanto, um trabalho com tubo plástico de 8,7cm de comprimento e 1,5mm de diâmetro verificou redução significativa da f_0 ⁴.

Os resultados dos estudos mencionados divergem dos achados de pesquisas com os ETVSO *finger kazoo*¹³ e vibração sonorizada de língua^{28,42,52} que verificaram aumento significativo da f_0 . Com isso, verifica-se que não há comprovação na literatura a respeito das mudanças da f_0 e também de outros parâmetros da análise acústica e perceptivoauditiva da voz, sendo necessários mais estudos com os ETVSO.

Na análise perceptivoauditiva, verificou-se melhora significativa da soprosidade (S), após a execução da técnica (Tabela 2), concordando com as melhoras obtidas na avaliação acústica, pois a redução da aperiodicidade da vibração que resultou na melhora do sinal glótico, bem como o aumento do fluxo aéreo, que influencia a pressão subglótica, provavelmente estão associados à redução de soprosidade na voz^{5,16,21,12,22,51}. Tal resultado ainda vai ao encontro da literatura que aponta, nos ETVSO, fonação com maior eficiência e economia vocal, devido ao menor atrito na coaptação, com melhora na mobilidade da mucosa, o que favorece a redução de escape aéreo durante a fonação^{5,8,16,12,22}.

Ainda há carência de estudos com tubos que tenham utilizado esta avaliação, mas há alguns com ETVSO que fizeram uso e encontraram resultados distintos para cada técnica^{10,27,53}.

Pesquisa sobre o fricativo sonoro /ž/ avaliou as modificações vocais perceptivoauditivas após a técnica, evidenciando melhora²⁷. Outro trabalho investigou os efeitos imediatos do exercício de sopro e som agudo e também verificou melhora da qualidade vocal após a técnica¹⁰.

Após três minutos da técnica de vibração sonorizada de língua no sexo feminino, houve melhora da voz na avaliação perceptivoauditiva²⁴. Ainda, após cinco minutos com a técnica de vibração sonorizada de língua em mulheres com nódulos vocais, a análise vocal perceptivoauditiva mostrou melhora da classificação vocal geral e redução de aspereza e de soprosidade⁵³.

No entanto, pesquisa com a técnica *finger kazoo*, realizada com mulheres sem AL e sem queixas vocais¹³ e estudo realizado com tubo de 8,7cm de comprimento e 1,5mm de diâmetro com sujeitos de ambos os sexos²¹, que fizeram

uso da análise vocal perceptivoauditiva, não verificaram modificações vocais após a técnica.

Na avaliação da imagem laríngea após a FTVIA, apenas a não alteração da constrição do vestíbulo laríngeo foi significativa (Tabela 3). Em investigação sobre fonação em tubos com sujeitos com e sem AL, não foram encontradas melhoras laringoscópicas estatisticamente significativas, concordando com os resultados desta pesquisa²¹. Nesse sentido, dois aspectos devem ser considerados: este estudo foi realizado com mulheres sem AL e sem queixas vocais, não havendo a presença de constrição laríngea antes ou após a FTVIA, ao contrário do que se poderia esperar em casos de disfonias hiperfuncionais em que a FTVIA poderia ter diminuído a constrição. Ainda, com esse achado, fica claro que a técnica não promove hipertensão do aparato fonador de acordo com as indicações da literatura de melhora da eficiência e da economia vocal, da redução do nível de pressão fonatória e de menor esforço vocal^{1,2,4-8,10-14}. Ainda, salienta-se que a VLE é uma avaliação examinador-dependente (subjetiva), que os parâmetros são analisados visualmente e apresentam muitas sutilezas.

Estudo recente com nasolaringofibroscopia constatou que, após sequência de ETVSO de fonação em tubos e fricativa bilabial /β:/ associados a glissandos ascendentes e descendentes, de seis sujeitos com síndrome de tensão musculoesquelética, três apresentaram redução do grau de tensão e três a eliminaram¹².

Em pesquisa realizada com fonação em tubo de plástico de 8,7cm de comprimento e 1,5mm de diâmetro com 48 sujeitos com e sem AL, foram realizadas análise vocal acústica, perceptivoauditiva, autoavaliação vocal e avaliação laringoscópica, mostrando a preocupação dos autores com a realização de avaliações multidimensionais, como ocorreu no presente trabalho. Outro aspecto importante do estudo citado foi a ocorrência de melhoras discretas em cada parâmetro avaliado, mas sem significância estatística²¹.

A VLE é uma avaliação importante no diagnóstico de AL, principalmente incipientes e de difícil visualização, visto que cria uma imagem ilusória de câmera lenta, através da composição de imagens de distintos ciclos vibratórios. Com isso, é avaliação fundamental que enriquece as pesquisas científicas, possibilitando uma análise mais fidedigna da configuração laríngea. Ressalta-se ainda, o valor desta avaliação em pesquisas que investigam os efeitos e eficácia de técnicas vocais, pois

permite avaliar visualmente a configuração laríngea, complementando os achados das demais avaliações fonoaudiológicas.

Comparando-se os achados desta pesquisa com as demais realizadas com ETVSO, pôde-se verificar um número reduzido de modificações significativas proporcionadas pela FTVIA em mulheres sem disfonia e AL, o que concorda com os resultados da maioria das pesquisas realizadas com outras variações da técnica^{2,4,5,19,21,22}. Esse fato pode ser explicado, ainda, ao lembrar que a maioria dos estudos analisou poucos sujeitos, às vezes um apenas, e pessoas sem AL.

Há carência de pesquisas com a FTVIA, de maneira que detalhes da técnica e suas aplicações foram apresentados somente em uma revisão de literatura²⁰. Os trabalhos realizados com outras variações da fonação em tubos vêm aumentando, mas não apresentam avaliações multidimensionais, de modo que não há base científica suficiente sobre o efeito e eficácia proporcionados por essa técnica^{4,8,19,21,22}.

É importante salientar que não foram encontrados trabalhos na literatura sobre a FTVIA, além de uma revisão de literatura²⁰, pois as pesquisas realizadas na Finlândia com a técnica não se encontram disponíveis em revistas científicas. Há somente estudos com a fonação em tubos de plástico e de vidro não imersos em água que não utilizaram todos os critérios, avaliações e parâmetros aplicados na presente investigação, sendo que avaliações multidimensionais são importantes e tornam as pesquisas mais fidedignas. Além disso, este estudo teve a preocupação de manter sob o maior controle possível todos os procedimentos envolvidos na realização da técnica desde a postura da voluntária em relação ao recipiente e ao tubo, a determinação das medidas do recipiente e da água, a profundidade e a angulação do tubo no suporte, o número de repetições e a tarefa de fonação realizada.

Em todas as avaliações aplicadas, verificou-se melhora percentual, porém não significativa, em alguns parâmetros. Esses dados são relevantes, uma vez que a técnica FTVIA proporcionou melhoras no GE e, tendo em vista a carência de estudos, deve-se levar em consideração tais resultados. No entanto, as modificações não apresentaram significância estatística possivelmente pelo número reduzido do GE, o que impede a generalização dos resultados para a população.

Ainda, verificou-se que todas as melhoras ocorridas no GE não foram encontradas no GC, reforçando os dados de resultados positivos após a FTVIA encontrados na literatura sobre ETVSO.

Tendo em vista os resultados obtidos, sugere-se que mais pesquisas sejam realizadas com a FTVIA com o intuito de esclarecer os benefícios da técnica, em indivíduos com e sem AL e, dessa forma, enriquecer a pesquisa na área e oferecer maior subsídio científico para a sua utilização na fonoterapia clínica.

3.7 Conclusão

No grupo de mulheres sem afecções laríngeas e sem queixas vocais estudado, a FTVIA gerou redução da aperiodicidade da vibração glótica e do ruído, com aumento da energia harmônica e conseqüente melhora do sinal glótico.

Na VLE, a não alteração da constrição do vestíbulo laríngeo sugere que a técnica não provoca hipertensão laríngea.

3.8 Referências

1. Story BH, Laukkanen AM, Titze IR. Acoustic impedance of an artificially lengthened and constricted vocal tract. *J Voice*. 2000; 14(4):455-469.
2. Laukkanen et al. High-speed registration of phonation-related glottal area variation during artificial lengthening of the vocal tract. *Logop Phoniatr Vocol*. 2007; 32(4):157-164.
3. Titze IR, Laukkanen AM. Can vocal economy in phonation be increased with an artificially lengthened vocal tract? A computer modeling study. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2007; 32(4):147-156.
4. Sampaio M, Oliveira G, Behlau M. Investigação de efeitos imediatos de dois exercícios de trato vocal semiocluído. *Pró-Fono*. 2008; 20(5):261-266.

5. Laukkanen AM, Titze IR, Hoffman HH, Finnegan E. Effects of a semioccluded vocal tract on laryngeal muscle activity and glottal adduction in a single female subject. *Folia Phoniatr Logop.* 2008; 60(6):298–311.
6. Gaskill CS, Erickson MI. The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. *J Voice.* 2008; 22(6):634-643.
7. Siracusa MGP, Oliveira G, Madazio G, Behlau M. Efeito imediato do exercício de sopro sonorizado na voz do idoso. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2011; 23(1):27-31.
8. Laukkanen AM, Horacek J, Krupa P, Svec J. The effect of phonation into a straw on the vocal tract adjustments and formant frequencies. A preliminary MRI study on a single subject completed with acoustic results. *Biomedical Signal Process Control.* 2012; 7(1):50-57.
9. Gaskill CS, Quinney DM. The effect of resonance tubes on glottal contact quotient with and without task instruction: a comparison of trained and untrained voices. *J Voice.* 2012; 26(3):79-93.
10. Maia MEO, Maia MO, Gama ACC, Behlau M. Efeitos imediatos do exercício vocal sopro e som agudo. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2012; 24(1):1-6.
11. Cielo CA, Lima JPM, Christmann MK, Brum R. Exercícios de trato vocal semiocluido: revisão de literatura. *Rev CEFAC.* 2012; Ahead of print.
12. Guzmán M et al. Efecto terapéutico de los ejercicios con tracto vocal semiocluido en pacientes con disfonía músculo tensional tipo I. *Rev Logop Fon Aud.* 2012a; 32(3):139-146.
13. Christmann MK. Modificações vocais produzidas pelo *Finger Kazoo*. 116f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
14. Guzmán M, Angulo M, Muñoz D, Mayerhoff R. Effect on long-term average spectrum of pop singers' vocal warm-up with vocal function exercises. *Int J Speech Lang Pathol.* 2012b; Ahead of print.
15. Bele, LV. Artificially lengthened and constricted vocal tract in vocal training methods. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2005; 30(1):34-40.

16. Titze, IR. Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rational and scientific underpinnings. *J Speech Lang Hear Res.* 2006; 49(2):448-459.
17. Finger LS, Cielo CA. Modificações vocais acústicas produzidas pela fonação reversa. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2009; 14(1):15-21.
18. Roman-Niehues G, Cielo CA. Modificações vocais e acústicas produzidas pelo som hiperagudo. *Rev CEFAC.* 2010; 12(3):462-470.
19. Vampola T, Laukkanen AM, Horacek J, Svec JG. Vocal tract changes caused by phonation into a tube: a case study using computer tomography and finite-element modeling. *J Acoust Soc Am.* 2011; 129(1):310-315.
20. Simberg S, Laine A. The resonance tube method in voice therapy: description and practical implementations. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2007; 32(4):165-170.
21. Costa CB, Costa LHC, Oliveira G, Behlau M. Efeitos imediatos do exercício de fonação em canudo. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2011; 77(5):461-465.
22. Guzmán M, Higuera D, Fincheira C, Muñoz D, Guajardo C. Efectos acústicos inmediatos de una secuencia de ejercicios vocales con tubos de resonancia. *Rev CEFAC.* 2012c; 14(3):471-480.
23. Behrman A, Rutledge J, Hembree A, Sheridan S. Vocal hygiene education, voice production therapy, and the role of patient adherence: a treatment effectiveness study in women with phonotrauma. *J Speech Lang Hear Res.* 2008; 51:350-366.
24. Menezes MH, Duprat AC, Duprat H. O. Vocal and laryngeal effects of voiced tongue vibration technique according to performance time. *J Voice.* 2005; 19(1): 6-70.
25. Behlau M. O livro do especialista. Rio de Janeiro: Revinter; 2008:1- 348.
26. Guimarães MF, Behlau M. Análise perceptivoauditiva de estabilidade vocal de adolescentes em diferentes tarefas fonatórias. *Pró-Fono.* 2010; 22(4):455-458.

27. D'ávila H, Cielo CA, Siqueira MA. Som fricativo sonoro /ž/: modificações vocais. *Rev CEFAC*. 2010; 12(6):915-924.
28. Zimmer V. Tempo ideal de vibração lingual sonorizada e qualidade vocal de mulheres. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
29. Schwarz K, Cielo CA, Steffen N, Becker J, Jotz GP. Voice and laryngeal configuration of men with unilateral vocal fold paralysis before and after medicalization. *J Voice*. 2011a; 24(5):611-618.
30. Boton LM, Morisso MF, Silva, AMT, Cielo CA. Dor muscular em cabeça e pescoço e medidas vocais acústicas de fonte glótica. *Rev CEFAC*. 2012; 14(1):104-113.
31. Barros APB, Carrara-de-Angelis E. Análise acústica da voz. In: Dedivitis RA, Barros APB. *Métodos de Avaliação e Diagnóstico da Laringe e Voz*. São Paulo: Lovise; 2002b:185-200.
32. Saxon KG, Schneider CM. *Vocal exercise physiology*. California: Singular Publishing Group; 1995:1-156.
33. Zimmer V, Cielo CA, Finger LS. Modificações vocais acústicas espectrográficas produzidas pela fonação reversa. *Rev CEFAC*. 2010; 12(4): 535-542.
34. Mchenry M, Johnson J, Foshea B. The effect of specific versus combined warm-up strategies on the voice. *J Voice*. 2008; 23(5):572-576.
35. Pinho SEM, Pontes PAL. Escala de avaliação perceptiva da fonte glótica: RASAT. *Vox Brasilis*. 2002; 3(1):11-13.
36. Barros APB, Carrara-de-Angelis E. Avaliação perceptivoauditiva da voz. In: Dedivitis RA, Barros APB. *Métodos de Avaliação e Diagnóstico da Laringe e Voz*. São Paulo: Lovise; 2002a:201-221.
37. Pinho SMR. *Fundamentos em fonoaudiologia: tratando os distúrbios de voz*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003:1-150.

38. Cappellari VM, Cielo CA. Características vocais acústicas de crianças pré-escolares. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2008; 74(2):265-272.
39. Gama ACC, Alves CFT, Cerceau JSB, Teixeira CT. Correlação entre dados perceptivo-auditivos e qualidade de vida em voz de idosas. *Pró-Fono.* 2009; 21(2):125-130.
40. Schwarz K, Cielo CA, Steffen N, Jotz GP, Becker J. Voice and vocal fold position in men with unilateral vocal fold. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011b; 77(6): 761-767.
41. Bolzan GP, Cielo CA, Brum DM. Efeito do som basal em fendas glóticas. *Rev CEFAC.* 2008; 10(2):218-225.
42. Schwarz K, Cielo CA. Modificações laríngeas e vocais produzidas pela técnica de vibração sonorizada de língua. *Pró-Fono.* 2009; 21(2):161-166.
43. Hirano M, Bless D. Exame Videoestroboscópico da Laringe. Porto Alegre: Editora Artes Médicas; 1997:1-267.
44. Andrade SR. Terapia vocal de base e sons nasais: efeitos sobre disfonias hiperkinéticas. 103f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2007.
45. Law T, Lee YS, Ho FNY, Vlantis AC, Hasselt AC, Tong NCF. The effectiveness of group voice therapy: a group climate perspective. *J Voice.* 2012; 26(2): e41-e48.
46. Ferreira FV, Cielo CA, Trevisan ME. Medidas vocais acústicas na Doença de Parkinson - estudo de casos. *Rev CEFAC.* 2010; 12(5):889-898.
47. Mangilli LD, Amoroso MRM, Nishimoto IN, Barros AP, Carrara-de-Angelis E. Voz, deglutição e qualidade de vida de pacientes com alteração de mobilidade de prega vocal unilateral pré e pós-fonoterapia. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2008; 13(2):103-112.
48. Côrtes MG, Gama ACC. Análise visual de parâmetros espectrográficos pré e pós fonoterapia para disfonias. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2010; 15(2): 243-249.

49. Cervantes O. Doenças neurológicas (Repercussões laríngeas e vocais). In: Dedivitis, RA, Barros APB. Métodos de Avaliação e Diagnóstico da Laringe e Voz. São Paulo: Lovise; 2002:145-175.
50. Colton RH, Casper JK, Leonard D. Compreendendo os problemas de voz: uma perspectiva fisiológica ao diagnóstico e ao tratamento. Rio de Janeiro: Revinter; 2010:1-445.
51. Pimenta RA. Avaliação dos efeitos de exercícios vocais em vozes normais com análise perceptivoauditiva, acústica e de imagens laríngeas obtidas por videolaringoscopia de alta velocidade. 102f. Dissertação (Mestrado em Interunidades Bioengenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2011.
52. Azevedo LL, Passaglio KT, Rosseti MB, Silva CB, Oliveira BFO, Costa RC. Avaliação da performance vocal antes e após a vibração sonorizada de língua. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2010; 15(3):343-348.
53. 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. 2010; 25(4):167-175.

4 ARTIGO DE PESQUISA

Fonação em tubo de vidro imerso em água em mulheres: espectrografias vocais, pressão sonora e sensações vocais autorrelatadas

Joziane Padilha de Moraes Lima⁽¹⁾, Carla Aparecida Cielo⁽²⁾, Fabrício Scapini⁽³⁾

⁽¹⁾ Fonoaudióloga; Mestranda em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria. Bolsista CAPES.

⁽²⁾ Fonoaudióloga; Professora Associada dos Cursos de Graduação em Fonoaudiologia e Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS; Doutora em Linguística Aplicada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2.

⁽³⁾ Médico otorrinolaringologista; Doutor em Ciências – Otorrinolaringologia – pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, RS, Brasil.

Área de pesquisa: Voz; Tipo de pesquisa: Artigo original de pesquisa. Título resumido: Fonação em tubos: voz e sensações

Endereço para correspondência: Rua Alfredo Tonetto, nº 404, CEP: 97110-802; Bairro Camobi; Cidade Santa Maria; Rio Grande do Sul; Brasil.

Telefone para contato: (55) 91410709; (55) 32266551

Email: jozimoraeslima@gmail.com

4.1 Resumo

Objetivo: verificar e correlacionar as alterações vocais espectrográficas, do nível de pressão sonora (NPS) e das sensações vocais autorrelatadas após a fonação em tubo de vidro imerso em água (FTVIA) em mulheres sem afecções laringeas e sem queixas vocais. **Método:** Vinte e quatro mulheres, entre 18 e 40 anos de idade, 12 do grupo de estudo (GE) e 12 do grupo de controle (GC). Realizaram-se coleta da vogal /a:/ e do NPS antes e após a execução da FTVIA e preenchimento do protocolo de sensações vocais autorrelatadas, no GE e, após um período de silêncio, as mesmas avaliações foram realizadas no GC. Realizou-se análise vocal acústica espectrográfica de banda larga e estreita e os testes estatísticos *Wilcoxon*, Qui-quadrado e *Spearman* ($p < 0,05$). **Resultados:** No GE, aumento do escurecimento do traçado do quarto formante, da definição do traçado do primeiro formante, da definição dos harmônicos, do número de harmônicos, do NPS e da sensação de voz melhor; correlação positiva entre a sensação de voz melhor e a definição do segundo e terceiro formantes e a regularidade do traçado. **Conclusão:** a FTVIA promoveu maior NPS, ressonância e projeção vocal, bem como aumento da energia harmônica e diminuição da energia aperiódica, melhorando as sensações subjetivas à produção vocal.

Descritores: Voz. Fonoterapia. Pregas vocais. Acústica da fala.

4.2 Abstract:

Objective: check and correlate the voice disorders spectrographic, of the sound pressure level (SPL) and sensations of vocal self-reported after the phonation in a glass tube immersed in water (PGTIW) in women without laryngeal affections and without vocal complaints. **Methods:** Twenty-four women, aged between 18 to 40 years, 12 of the study group (SG) and 12 in the control group (CG). Were performed collecting the vowel /a:/ and the NPS before and after running PGTIW and completing the protocol of vocal sensations self-reported, in the SG and, after a period of silence, the same evaluations were performed, in the CG. Was performed a vocal spectrograms analysis of wideband and narrowband and the statistical tests *Wilcoxon*, *Chi-square* and *Spearman* ($p < 0,05$). **Results:** In the GE, increase of the darkening the tracing the fourth formant, the definition the tracing of the first formant, the definition of harmonics, the number of harmonics, of the SPL and the sensation better voice; positive correlation between sensation better voice and the definition of the second and third formants and regularity the tracing. **Conclusion:** the PGTIW promoted greater SPL, resonance and vocal projection, as well as harmonic energy increased and decreased energy aperiodic, improving the subjective sensations of vocal production.

Keywords: Voice. Speech therapy. Vocal folds. Speech acoustics.

4.3 Introdução

A fonação em tubos, considerada um exercício de trato vocal semiocluído (ETVSO), pode ser executada através de tubos de vidro, látex ou plástico, com diferentes comprimentos e diâmetros. O tubo de plástico deve permanecer paralelo ao chão durante a emissão, com uma extremidade do tubo entre os lábios do sujeito e a outra livre. Com o tubo de vidro ou de látex, há possibilidade de uma extremidade ser imersa em recipiente com água¹⁻³.

Com base na literatura, a fonação em tubos promove a energia retroflexa em direção às pregas vocais, gerando um mecanismo de proteção para essas estruturas, devido ao aumento da pressão no trato vocal e conseqüentemente na região transglótica^{2,4-8}, evitando o fonotrauma e o excesso de esforço.

Estudos realizados com a fonação em tubos evidenciaram mudanças nas frequências dos formantes (F) F2, F4 e F5, que diminuíram, e em F3 que aumentou^{9,10}; aumento do nível de pressão sonora (NPS)^{9,10}; redução da frequência do F1¹¹; sensações vocais autorrelatadas positivas^{1,2,6,12}; mudanças no trato vocal⁹; redução da frequência fundamental (f0)² ou sua não modificação após a técnica¹⁰; melhora da espectrografia de banda estreita (EBE) e redução da tensão laríngea³. No entanto, tais pesquisas fizeram uso de desenhos metodológicos com tubos de diferentes materiais, distintas tarefas fonatórias, análises realizadas e número ou tempo de repetições^{1,2,3,6,9-12}.

Em relação à fonação em tubo de vidro imerso em água (FTVIA), não há estudos na literatura, com exceção dos realizados na Finlândia pelo professor Antti Sovijärvi, citados por outros autores, que descrevam informações a respeito das modificações proporcionadas¹. Segundo outros trabalhos, Sovijärvi investigou o tamanho ideal do tubo de vidro para adultos e crianças e verificou que a técnica poderia ser utilizada para casos hipo e hiperfuncionais, além de hipernasalidade^{1,6,8,13-15}. O pouco que se conhece a respeito dos detalhes da técnica foi relatado numa revisão de literatura, o que torna difícil a comprovação dos seus efeitos¹.

O número de estudos com a fonação em tubos está aumentando e o objetivo é fornecer informações mais fidedignas e específicas sobre as modificações proporcionadas pela técnica. No entanto, ainda há carência de pesquisas que

utilizem avaliações multidimensionais correlacionando os resultados encontrados, como se realizou na presente pesquisa, principalmente no que se refere à FTVIA, sobre a qual não foram encontrados artigos científicos.

O presente estudo foi realizado com mulheres sem afecções laringeas (AL) e sem queixas vocais, a fim de observar modificações em um sistema em equilíbrio, devido ao aumento da procura por aperfeiçoamento vocal e também pelo fato de as mulheres buscarem mais o auxílio em saúde.

O objetivo do estudo foi verificar e correlacionar as modificações vocais espectrográficas, do NPS e das sensações autorrelatadas após a FTVIA em mulheres sem AL e sem queixas vocais.

4.4 Material e método

4.4.1 Caracterização da pesquisa e aspectos éticos

Tratou-se de uma pesquisa transversal observacional analítica, possuindo caráter quantitativo. Foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição de origem (23081.016945/2010-76). A população-alvo recebeu todos os esclarecimentos em relação aos procedimentos da pesquisa e foi convidada a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (CONEP/1996) (Apêndice A).

4.4.2 Sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi divulgada e explicada em palestras, oficinas e em cursos de graduação de duas instituições de ensino superior, e as mulheres interessadas assinaram uma lista e forneceram seus contatos. A partir da lista, entrou-se em contato com cada uma, com o objetivo de agendar data e horário para avaliação e realização da coleta de dados.

Os critérios de inclusão adotados para a pesquisa foram os seguintes: assinatura do TCLE; ser do sexo feminino, em vista do maior número de estudos na literatura envolvendo esse sexo; idades entre 18 e 40 anos, a fim de excluir disfunções hormonais que geralmente ocorrem, principalmente após os 40 anos, e alterações estruturais do envelhecimento.

Os critérios de exclusão foram: história pregressa de doenças neurológicas, psiquiátricas, gástricas, respiratórias, endocrinológicas e doenças sistêmicas diagnosticadas^{12,16}; vigência de infecções e alergias respiratórias no dia das avaliações; apresentar queixa vocal; AL; histórico de cirurgia laríngea e/ou qualquer procedimento cirúrgico de cabeça e pescoço; relato de disfunções hormonais decorrentes de gravidez ou de período pré-menstrual ou menstrual no dia das avaliações; ser fumante e/ou etilista; ter realizado tratamento fonoaudiológico e/ou otorrinolaringológico prévios ou ser cantor; apresentar disfunções auditivas; apresentar distúrbios do sistema estomatognático, que poderiam interferir na execução da técnica ou na avaliação da voz; utilização de anestésico tópico por intolerância à avaliação videolaringoestroboscópica (VLE)¹⁷.

As voluntárias responderam um questionário com o objetivo de aplicação dos critérios de inclusão e de exclusão. Logo após, realizou-se avaliação do sistema estomatognático; triagem audiométrica; avaliação VLE, realizada por um médico otorrinolaringologista, a fim de descartar a presença de AL. Aquelas que não preencheram os critérios de seleção foram excluídas da pesquisa e encaminhadas para avaliações pertinentes.

A partir do cálculo amostral realizado para a presente pesquisa, obteve-se o valor 26 sujeitos no GE e 26 no GC. No entanto, apenas 31 voluntárias quiseram participar, sendo que, dessas, foram excluídas três por necessidade de utilização de anestésico na VLE; duas por presença de AL; uma por estar no período pré-menstrual e uma por ser fumante. Com isso, a amostra foi composta de 24 mulheres, com idades entre 18 e 40 anos (média de 23,04 anos), sem queixas vocais e sem AL e cada uma foi distribuída, aleatória e sistematicamente, em dois grupos (GE=grupo de estudo e GC=grupo de controle, com 12 voluntárias cada um).

4.4.3 Coleta de dados e execução da técnica FTVIA

As voluntárias do GE emitiram a vogal /a:/, executaram a técnica de FTVIA e imediatamente após emitiram novamente a vogal /a:/ e preencheram um protocolo de sensações subjetivas, no qual deveriam marcar um dos itens (voz melhor, voz pior, sem alterações). O GC realizou os mesmos procedimentos, porém, ao invés de realizarem a técnica, as voluntárias permaneceram em silêncio absoluto durante o tempo correspondente que os respectivos pares do GE levaram para realizá-la.

Todas permaneceram em posição ortostática^{18,19} e realizaram a emissão de /a:/ em *pitch* e *loudness* habituais¹⁹⁻²² após inspiração profunda, emitindo o som em tempo máximo de fonação (TMF), sem fazer uso da reserva expiratória^{19,21,23,24}.

O gravador digital profissional da marca *Zoom*, modelo H4n (microfone *stereo*, unidirecional, 96KHz, 16bits, com 50% do nível de gravação do sinal de entrada), foi fixado em pedestal e posicionado em ângulo de 90° e a quatro centímetros em frente à boca do sujeito^{15,19,25-28}.

Durante as duas emissões de /a:/, verificou-se o valor modal do NPS com o medidor de pressão sonora *Instrutherm*, modelo Dec-480, posicionado na lateral e a 30cm da boca do sujeito^{19,29,30}. As coletas foram realizadas em ambiente com nível de ruído abaixo de 50dB^{19,21,29}.

Nos dois momentos, a edição do tempo de sustentação (tempo-padrão para a pesquisa) tomou como base o menor tempo realizado dentre todos os sujeitos do GE e do GC, já eliminados o ataque vocal e o final da emissão, em virtude dos períodos naturais de instabilidade, resultando no tempo de 3,5s^{18,31,32,33}.

As voluntárias do GE foram ensinadas a executar a técnica FTVIA com orientação e demonstração de uma fonoaudióloga. O tamanho do recipiente foi padronizado em 12cm de largura, 12cm de profundidade, 15cm de comprimento, com água até a altura de nove centímetros, a fim de evitar a postura inadequada da coluna cervical durante a execução da técnica. Ainda, adaptou-se um suporte para fixação do tubo de vidro ao recipiente com água, de forma que o ângulo entre o tubo e o queixo da voluntária permaneceu o mesmo, e a extremidade distal do tubo permaneceu submersa a dois centímetros da superfície (medida previamente marcada no tubo)¹.

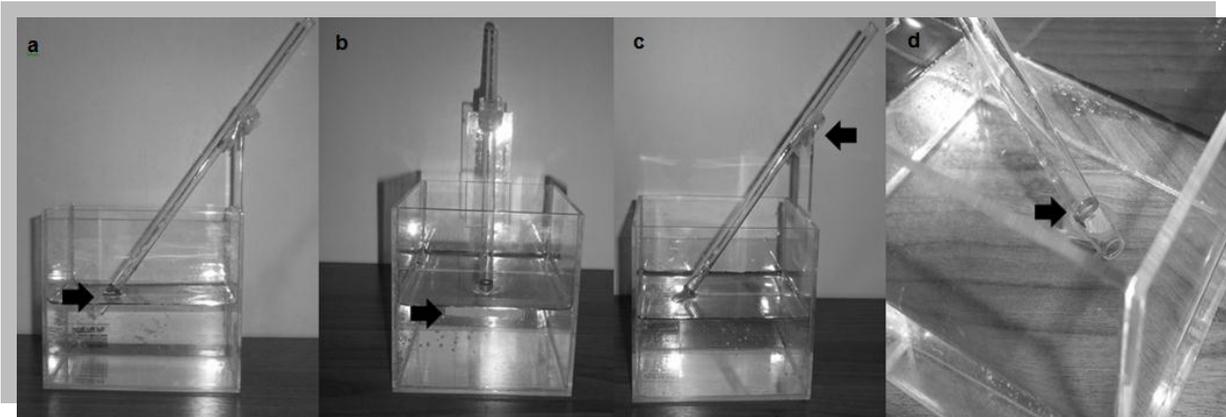


Figura 1 – a) marca do tubo no nível de água, imerso a 2cm da superfície; b) marca do nível da água no recipiente (9cm); c) Suporte do tubo; d) marca no tubo para imersão a 2 cm

As voluntárias foram instruídas a permanecer sentadas de forma confortável, manter a coluna ereta, pés apoiados no chão e colocar a extremidade proximal do tubo entre os lábios e a emitir o fonema /u:/ até o final da expiração, em três séries de 15 repetições, sem esforço muscular da cintura escapular e da região supra-hioidea e em *pitch* e *loudness* habituais. A sustentação do fonema /u/ deu-se em uma expiração completa (em TMF), sendo considerada uma repetição^{19,23,34-37}. Utilizou-se tubo de vidro com 27cm de comprimento, 1mm de espessura e 9mm de diâmetro^{6,8,9}. A postura, a região da cintura escapular e a execução correta da técnica foram monitoradas visualmente pela fonoaudióloga¹⁹. A fim de manter a postura correta e a altura do tubo no nível dos lábios, utilizou-se um ajuste de elevação do recipiente, conforme altura de cada participante.

Após cada série, as voluntárias tiveram um intervalo de 30 segundos de repouso passivo (silêncio absoluto)^{19,34-37}, no qual puderam ingerir até 250ml de água^{19,39}. A ingestão de água foi permitida pelo fato de a hidratação ocorrer de maneira sistêmica, demorando algumas horas para chegar à laringe^{19,23,29,37}.

4.4.4 Espectrografia

As amostras vocais coletadas nos momentos pré e pós-técnica e pré e pós-silêncio foram analisadas pelo programa *Real Time Spectrogram* (RTS) da Kay

Pentax®. Foram extraídos os traçados espectrográficos de banda larga (EBL), filtrados em 100 *points* (646,00Hz) e EBE com filtro de 1024 *points* (63,09Hz), com taxa de amostragem de 11KHz, 16 *bits* e resolução de 5KHz.

Considerando-se que a literatura aponta modificações tanto em fonte glótica quanto em filtro vocal com a FTVIA, partiu-se da hipótese de que nas espectrografias, após a técnica, haveria maior escurecimento, maior regularidade, maior definição de F e de harmônicos, maior número de harmônicos, menor quantidade de ruído e de sub-harmônicos, sinalizando a melhora do sinal laríngeo e a melhora da ressonância e da projeção no trato vocal^{2,5,6,8,40}.

Dessa forma, foram avaliados os seguintes parâmetros, na EBL: escurecimento do traçado do F1, F2, F3 e F4, escurecimento do traçado das altas frequências e escurecimento do traçado em todo o espectro vocal, classificados em mais intenso, menos intenso e sem alteração; definição do F1, F2, F3 e F4, classificados em mais definidos, menos definidos e sem alteração; regularidade do traçado, classificada em traçado mais definido, menos definido e sem alterações; presença de ruído classificada em redução, aumento e sem alteração^{35,36,41,42}.

Na análise da EBE, foram avaliadas: escurecimento do traçado das altas frequências e escurecimento do traçado em todo o espectro vocal, classificados em mais intenso, menos intenso e sem alteração; presença de ruído entre os harmônicos, classificada em redução, aumento e sem alteração; definição de harmônicos, classificada em mais definidos, menos definidos e sem alteração; regularidade do traçado, classificada em mais regular, menos regular e sem alteração; número de harmônicos e presença de sub-harmônicos classificados em redução, aumento e sem alteração^{41,42}. Nas tabelas, foram considerados como “melhora” os itens: mais intenso, mais definidos, redução do ruído, aumento do número de harmônicos e redução do número de sub-harmônicos; e como “piora” os itens: menos intenso, menos definidos, aumento de ruído, menos regular, redução do número de harmônicos e aumento de sub-harmônicos.

As espectrografias foram analisadas visualmente e individualmente por três fonoaudiólogas juízas com experiência na área de voz, com base em protocolo específico (Apêndice B). As juízas receberam um DVD com as imagens espectrográficas em pares, referentes ao momento pré-técnica ou silêncio e ao momento pós-técnica ou silêncio de cada voluntária, sem a presença do sinal sonoro, a fim de não influenciar a avaliação visual das imagens⁴¹. Os momentos pré

e pós-técnica foram codificados pelos números 1 e 2, respectivamente, tanto para as EBL quanto para as EBE, e as juízas foram orientadas a comparar a espectrografia de número 2 com a de número 1.

Houve replicação de 25% dos pares das espectrografias, sendo avaliados 24 pares e seis réplicas, totalizando 30 pares para cada avaliadora, a fim de verificar a confiabilidade intra e interavaliadora. Foram consideradas as avaliações das três juízas a fim de determinar o julgamento predominante em cada parâmetro^{19,22,25,41,43}. As juízas não fizeram parte da pesquisa como sujeitos ou como autoras e foram cegadas sobre o objetivo da investigação, sobre o que significava a numeração das espectrografias e sobre a replicação dos pares de imagens, sabendo apenas que se tratava de mulheres adultas.

4.4.5 Análise Estatística

Com base no coeficiente *Kappa* para o cálculo de confiabilidade intra-avaliador, encontrou-se o valor de 0,78 para juíza 1; 0,52 para juíza 2 e 0,51 para a juíza 3 (SCHWARZ, CIELO, 2009; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; CHRISTMANN, 2012). A confiabilidade interavaliador foi de 0,35. Consideraram-se os valores entre 0,8 e 1 para confiabilidade quase perfeita; 0,6 e 0,79, boa; 0,4 e 0,59, moderada; 0,2 e 0,39, regular; zero e 0,19, pobre; zero e -1, nenhuma confiabilidade^{19,22,43}.

Para a comparação dos aspectos das espectrografias e das sensações vocais autorrelatadas, utilizou-se o teste Qui-quadrado. Para a comparação dos dados do NPS, utilizou-se o teste *Wilcoxon* e para as correlações entre os resultados das avaliações, o coeficiente de correlação de *Spearman*. A classificação dos valores de correlação foi: correlação bem fraca (0 a 0,19); correlação fraca (0,20 a 0,39); correlação moderada (0,40 a 0,69); correlação forte (0,70 a 0,89); correlação muito forte (0,90 a 1,00). O nível de significância foi de 5% ($p < 0,05$).

4.5 Resultados

Tabela 1 - Modificações vocais acústicas na EBL entre pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC

		GE				GC			
		Melhora n (%)	Piora n (%)	Sem alteração n (%)	p-valor	Melhora n (%)	Piora n (%)	Sem alteração n (%)	p-valor
Escurecimento do traçado dos F	F1	10 (83,33)	2 (16,67)	-	0,0209*	9 (75,00)	1 (8,33)	2 (16,67)	0,0087*
	F2	10 (83,33)	2 (16,67)	-	0,0209*	8 (66,67)	3 (25,00)	1 (8,33)	0,0380*
	F3	10 (83,33)	2 (16,67)	-	0,0209*	8 (66,67)	3 (25,00)	1 (8,33)	0,0380*
	F4	8 (66,67)	3 (25,00)	1 (8,33)	0,0388*	7 (58,33)	2 (16,67)	3 (25,00)	0,1738
Escurecimento do traçado das altas frequências		9 (75,00)	2 (16,67)	1 (8,33)	0,0087*	8 (66,67)	2 (16,67)	2 (16,67)	0,0498*
Escurecimento do traçado em todo o espectrograma vocal		10 (83,33)	2 (16,67)	-	0,0209*	8 (66,67)	2 (16,67)	2 (16,67)	0,0498*
Presença de ruído em todo o espectrograma vocal		4 (33,33)	7 (58,33)	1 (8,33)	0,1054	4 (33,33)	6 (50,00)	2 (16,67)	0,3679
Presença de ruído nas altas frequências		4 (33,33)	5 (41,67)	3 (25,00)	0,7788	3 (25,00)	5 (41,67)	4 (33,33)	0,7788
Definição do traçado dos F	F1	9 (75,00)	2 (16,67)	1 (8,33)	0,0087*	7 (58,33)	1 (8,33)	4 (33,33)	0,1054
	F2	7 (58,33)	3 (25,00)	2 (16,67)	0,1738	9 (75,00)	3 (25,00)	-	0,0833*
	F3	9 (75,00)	3 (25,00)	-	0,0833*	9 (75,00)	3 (25,00)	-	0,0833*
	F4	6 (50,00)	4 (33,33)	2 (16,67)	0,3679	7 (58,33)	3 (25,00)	2 (16,67)	0,1738
Regularidade do traçado		7 (58,33)	2 (16,67)	3 (25,00)	0,1738	5 (41,67)	2 (8,33)	6 (50,00)	0,1738

Teste Qui-quadrado

* valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

p: significância estatística

F: formantes

GE: grupo de estudo

GC: grupo de controle

Tabela 2 - Modificações vocais acústicas na EBE pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC

	GE				GC			
	Melhora n (%)	Piora n (%)	Sem alteração n (%)	p-valor	Melhora n (%)	Piora n (%)	Sem alteração n (%)	p-valor
Escurecimento do traçado das altas frequências	6 (50,00)	2 (16,67)	4 (33,33)	0,3679	6 (50,00)	1 (8,33)	5 (41,67)	0,1738
Escurecimento do traçado em todo o espectrograma vocal	10 (83,33)	2 (16,67)	-	0,0209*	8 (66,67)	2 (16,67)	2 (16,67)	0,0498*
Presença de ruído								
Entre os harmônicos	2 (16,67)	7 (58,33)	3 (25,00)	0,1738	1 (8,33)	7 (58,33)	4 (33,33)	0,1054
Nas altas frequências	2 (16,67)	5 (41,67)	5 (41,67)	0,4724	4 (33,33)	8 (66,67)	-	0,2482
Substituição de harmônico por ruído								
Em todo o espectrograma vocal	7 (58,33)	5 (41,67)	-	0,5637	5 (41,67)	2 (16,67)	5 (41,67)	0,4724
Nas altas frequências	6 (50,00)	6 (50,00)	-	1,0000	4 (33,33)	1 (8,33)	7 (58,33)	0,1054
Definição de harmônicos	10 (83,33)	2 (16,67)	-	0,0209*	8 (66,67)	4 (33,33)	-	0,2482
Regularidade do traçado	7 (58,33)	2 (16,67)	3 (25,00)	0,1738	5 (41,67)	1 (8,33)	6 (50,00)	0,1738
Número de harmônicos	9 (75,00)	3 (25,00)	-	0,0833*	7 (58,33)	3 (25,00)	2 (16,67)	0,1738
Presença de sub-harmônicos	4 (33,33)	-	8 (66,67)	0,2482	-	1 (8,33)	11 (91,67)	0,0039*

Teste Qui-quadrado

* valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

p: significância estatística

F: formantes

GE: grupo de estudo

GC: grupo de controle

Tabela 3 - Comparação do NPS entre pré e pós-técnica no GE e pré e pós-silêncio no GC

NPS	GE			GC		
	Pré-técnica	Pós-técnica	p-valor	Pré-silêncio	Pós-silêncio	p-valor
	67,00	73,16	0,0050*	67,16	67,58	0,6398

Teste *Wilcoxon*

* valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

p: significância estatística

NPS: nível de pressão sonora

GE: grupo de estudo

GC: grupo de controle

Tabela 4 - Sensações autorrelatadas em relação à voz no GE e GC

	GE (após execução da técnica)		GC (após permanência em silêncio)	
	n (%)	p-valor	n (%)	p-valor
Voz melhor	10	0,0209*	7	0,5637
Voz pior ou sem alteração	2		5	

Teste Qui-quadrado

* valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

p: significância estatística

GE: grupo de estudo

GC: grupo de controle

Tabela 5 - Correlação entre sensações autorrelatadas de voz melhor e os aspectos da EBL e da EBE após a FTVIA no GE

(continuação)

EBL	Sensações autorrelatadas de voz melhor após a FTVIA no GE	
	r	p-valor
Escurecimento do traçado do F1	0,3485	0,2668
Escurecimento do traçado do F2	0,3485	0,2668
Escurecimento do traçado do F3	0,3485	0,2668
Escurecimento do traçado do F4	0,1518	0,6376
Escurecimento do traçado das altas frequências	0,2512	0,4308
Escurecimento do traçado em todo o espectrograma	0,3485	0,2668
Presença de ruído em todo o espectrograma vocal	-0,0704	0,8276
Presença de ruído nas altas frequências	-0,2892	0,3619
Definição do F1	0,2512	0,4308
Definição do F2	0,6545	0,0209*
Definição do F3	0,7713	0,0033*
Definição do F4	0,5633	0,0564
Regularidade do traçado	0,6299	0,0281*
EBE	EBE	
Escurecimento do traçado das altas frequências	0,4753	0,1183
Escurecimento do traçado em todo o espectrograma vocal	0,3485	0,2668
Presença de ruído entre os harmônicos	-0,5303	0,0761
Presença de ruído nas altas frequências	-0,4326	0,1600
Substituição de harmônico por ruído em todo o espectrograma vocal	-0,3763	0,2278
Substituição de harmônico por ruído nas altas frequências	-0,0371	0,9088
Definição de harmônicos	0,3485	0,2668
Regularidade do traçado	0,5303	0,0761

Tabela 5 - Correlação entre sensações autorrelatadas de voz melhor e os aspectos da EBL e da EBE após a FTVIA no GE

(conclusão)

EBE	Sensações autorrelatadas de voz melhor após a FTVIA no GE	
	r	p-valor
Número de harmônicos	0,2142	0,5036
Presença de sub-harmônicos	0,1968	0,5397

Teste de correlação de *Spearman*

*valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

r: valor do coeficiente de correlação

p: significância estatística

FTVIA: fonação em tubo de vidro imerso em água

GE: grupo de estudo

EBE: espectrografia de banda estreita

EBL: espectrografia de banda larga

Tabela 6 - Correlação entre sensações autorrelatadas de voz melhor e os aspectos da EBL e da EBE após o silêncio no GC

(continuação)

EBL	Sensações autorrelatadas de voz melhor após o silêncio no GC	
	r	p-valor
Escurecimento do traçado do F1	-0,1816	0,5720
Escurecimento do traçado do F2	-0,2605	0,4133
Escurecimento do traçado do F3	-0,1066	0,7415
Escurecimento do traçado do F4	-0,3333	0,2896
Escurecimento do traçado das altas frequências	-0,3555	0,2566
Escurecimento do traçado em todo espectrograma	-0,5685	0,0537
Presença de ruído em todo espectrograma vocal	-0,3227	0,3062
Presença de ruído nas altas frequências	-0,1889	0,5563
Definição do F1	-0,1797	0,5760
Definição do F2	-0,1571	0,6257
Definição do F3	0,0000	1,0000
Definição do F4	-0,6666	0,0179*
Regularidade do traçado	-0,0444	0,8909
EBE	EBE	
Escurecimento do traçado das altas frequências	-0,5482	0,0649
Escurecimento do traçado em todo espectrograma vocal	-0,3299	0,2948
Presença de ruído entre os harmônicos	-0,1123	0,7280
Presença de ruído nas altas frequências	-0,1443	0,6544
Substituição de harmônico por ruído em todo espectrograma vocal	-0,4685	0,1244
Substituição de harmônico por ruído nas altas frequências	-0,0337	0,9171
Definição de harmônicos	-0,2886	0,3628

Tabela 6 - Correlação entre sensações autorrelatadas de voz melhor e os aspectos da EBL e da EBE após o silêncio no GC

(conclusão)

EBE	Sensações autorrelatadas de voz melhor após o silêncio no GC	
	r	p-valor
Regularidade do traçado	-0,3180	0,3137
Número de harmônicos	-0,4666	0,1261
Presença de sub-harmônicos	0,2461	0,4405

Teste de correlação de *Spearman*

*valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

r: valor do coeficiente de correlação

p: significância estatística

GC: grupo de controle

EBE: espectrografia de banda estreita

EBL: espectrografia de banda larga

4.6 Discussão

Para verificar os efeitos da FTVIA, o presente estudo, além da medida do NPS e do autorrelato das sensações dos sujeitos, fez uso da avaliação acústica espectrográfica conforme a hipótese, baseada na literatura, de que a técnica melhoraria a energia harmônica, a projeção vocal, a ressonância, a estabilidade da emissão, com diminuição de ruído, bem como aumentaria a pressão sonora e ocasionaria a sensação de voz melhor^{2,3,9,10,18,29}.

Através da espectrografia, tem-se a possibilidade de verificar os harmônicos e F. A vibração da mucosa das pregas vocais produz ciclos de ondas complexas compostas de f_0 e seus múltiplos, os harmônicos, que ao passarem pelo trato vocal são modificados, dando origem a zonas de maior amplificação, os F. Os dois primeiros F estão mais relacionados à diferenciação das vogais, e F3, F4 e F5 estão relacionados à maior energia harmônica, projeção e brilho da voz^{29,44}.

Nesta pesquisa, observou-se no GE melhora significativa do escurecimento do traçado de F4 e da definição do traçado de F1 (Tabela 1); da definição e do número de harmônicos (Tabela 2); a PS apresentou aumento significativo (Tabela 3)

e houve autorrelato significativo de voz melhor pós-FTVIA (Tabela 4). Houve, ainda, correlação positiva significativa entre a sensação de voz melhor e a definição de F2 (grau moderado) e F3 (grau forte) e a regularidade do traçado espectrográfico (grau moderado) (Tabela 5).

O escurecimento do traçado espectrográfico relaciona-se ao NPS, que depende do suporte respiratório e do fechamento glótico durante a fonação. A definição de harmônicos e F, bem como o aumento do número de harmônicos, relacionam-se à diminuição de energia aperiódica durante a fonação e ao aumento de energia harmônica, ressonância e projeção vocal⁴⁴.

A melhora significativa de todos esses aspectos pode ser devido à energia retroflexa gerada pela FTVIA que aumenta a impedância no trato vocal e a pressão sub e supraglótica, gerando equilíbrio da pressão em nível de pregas vocais. O fenômeno provoca menor tensão e atrito entre as pregas vocais durante sua coaptação, com maior mobilidade e periodicidade da onda mucosa. Isso favorece o aumento da energia harmônica, principalmente nas frequências mais altas do espectro, bem como o aumento da projeção e ressonância vocais. O fechamento glótico mais equilibrado, associado ao aumento das pressões sub e supraglótica, bem como o fato de a FTVIA possivelmente solicitar maior controle da musculatura respiratória e maior atividade dos músculos tireoaritenóideo (TA), cricotireóideo (CT) e cricoaritenóideo lateral (CAL), podem explicar o aumento do NPS verificado nesta pesquisa (Tabela 3)^{2-9,19}.

Ainda, o aumento da impedância do trato vocal pode diminuir a pressão subglótica mínima necessária para iniciar a sustentação da oscilação das pregas vocais. Isso proporciona maior facilidade para a fonação^{8,9,13,14,45} e pode também ter influenciado o aumento do NPS.

Estudo realizado com mulheres sem AL e sem queixas vocais que executaram o ETVSO *finger kazoo* em três séries de 15 repetições utilizou o RTS e verificou aumento do escurecimento do traçado de F2, F3 e F4, maior definição do traçado de F2 e F3 e aumento da definição de harmônicos¹⁹. Resultados semelhantes foram verificados em investigação sobre o impacto vocal do ETVSO vibração sonorizada de língua em 24 mulheres, com três séries de 15 repetições e utilizando o RTS, havendo maior escurecimento do traçado dos F e em todo espectro, maior definição dos F e da regularidade do traçado³⁵.

Em pesquisa com a realização do ETVSO fonação em tubo de plástico durante um minuto por 11 mulheres, realizou-se análise acústica e medida do NPS pós-técnica, e uma delas submeteu-se à ressonância magnética (RM). De forma geral, verificou-se que a mudança entre as frequências dos F foram relativamente pequenas, sendo que F3 aumentou ligeiramente, enquanto F2, F4 e F5 diminuíram e não houve mudança significativa do NPS. Na RM, a área central do trato vocal apresentou-se mais alargada, a epiglote adotou posição vertical, e o esfíncter velofaríngeo fechou-se firmemente, durante e após a execução da técnica¹⁰.

Em relação à predominância de sensação de voz melhor pós-FTVIA (Tabela 4), as mais referidas foram voz mais solta para falar, melhora da projeção da voz e músculos mais soltos. Verifica-se que as sensações autorreferidas pelos sujeitos relacionaram-se principalmente à melhora da ressonância vocal, o que torna a voz mais projetada. Além disso, o fato de referirem músculos mais soltos após a execução sugere que a técnica proporciona normotensão dos músculos envolvidos na produção vocal. Todos esses aspectos convergem com as melhoras espectrográficas e de NPS encontradas e com a literatura sobre os ETVSO^{2,3,8,19}.

Reforçando tais resultados, pesquisa com a realização de uma sequência de fonação em tubos verificou que a maioria dos sujeitos referiu melhora da voz como “voz mais estável, mais clara e garganta mais aberta”¹⁵. Os ETVSO fonação em canudos e *finger kazoo* foram executados por 23 mulheres, havendo predomínio de sensações vocais positivas². Um indivíduo que realizou a fonação em tubos de plástico e de vidro referiu voz mais projetada e com menor esforço⁶. Em autoavaliação imediatamente e cinco minutos após o *finger kazoo*, a maioria significativa dos sujeitos referiu melhora da qualidade vocal¹⁹. O predomínio de sensações positivas também foi verificado após três séries de 15 repetições do ETVSO vibração sonorizada de língua em duas outras pesquisas^{21,35}.

As sensações vocais positivas que permanecem após a realização da técnica também podem ser explicadas pelas vibrações proprioceptivas ocasionadas pela semioclusão dos lábios e emissão no interior do tubo em direção à água, havendo aumento da propagação do som nas cavidades de ressonância. O fenômeno pode ser considerado um fator motivador, pois permite aos sujeitos perceberem que “algo está acontecendo”, ou seja, a técnica torna-se mais concreta^{1,35}. Esse fator aumenta as sensações sonoras durante a realização e pode contribuir para manter a

“colocação da voz” após a técnica e gerar sensações positivas na produção vocal habitual.

Inesperadamente, verificou-se no GC melhora significativa da definição do traçado de F2 após a permanência em silêncio (Tabela 1) e correlação negativa de grau moderado entre sensação de voz melhor e definição de F4 (Tabela 6). Na literatura, não foram encontrados estudos com as técnicas de fonação em tubos que tivessem utilizado um GC. Dois trabalhos, com outros tipos de ETVSO que utilizaram GC, encontraram modificações não significativas nesse grupo^{27,32}.

Em uma pesquisa, um grupo de 27 mulheres com nódulos vocais executou o ETVSO de vibração sonorizada de língua e dez mulheres fizeram parte do GC, realizando um exercício placebo. O GC mostrou mudanças discretas quando comparadas com o primeiro grupo, que apresentou melhoras significativas³².

Pesquisa realizada com cantores utilizou um GE com 20 sujeitos que realizaram exercícios de função vocal, incluindo aquecimento vocal com ETVSO, e um GC com 18 sujeitos que realizaram somente aquecimento vocal com uma melodia simples durante sessão de 30min. Verificou-se, na análise acústica, diferença significativa entre os momentos pré e pós-aquecimento em ambos os grupos, porém, os exercícios do GE produziram maior efeito positivo comparando-se com o aquecimento isolado do GC²⁷.

Nos trabalhos citados, as melhoras verificadas no GC não foram justificadas. No presente estudo, também não se encontrou uma explicação fundamentada para a melhora de alguns aspectos no GC, a não ser a hipótese de que o silêncio absoluto pode trazer algum benefício para a voz³⁵.

É importante salientar que não foram encontrados trabalhos na literatura sobre a FTVIA, além de uma revisão de literatura¹, pois as pesquisas realizadas pelo professor Finlandês, com a técnica, não se encontram disponíveis em revistas científicas, o que dificulta a discussão dos resultados. Ainda, os estudos encontrados não trazem descrição minuciosa do desenho metodológico, principalmente quanto à descrição e controle da realização da FTVIA. Dessa forma, observa-se a necessidade de maior número de estudos sobre a técnica.

Nos resultados das espectrografias do GE, verificaram-se melhoras percentuais em alguns parâmetros avaliados, sendo consideradas importantes, em face da carência de pesquisas, mesmo sem significância estatística (possivelmente

pelo número reduzido do GE). Isto não permite a aplicação dos resultados para a população em geral, mas sugere caminhos para novas investigações.

Ainda, ressalta-se que todas as melhoras significativas do GE discutidas na pesquisa não foram encontradas no GC, reforçando os dados de resultados positivos após a FTVIA encontrados na literatura sobre ETVSO.

Tendo em vista os resultados obtidos, sugere-se que mais estudos sejam realizados com a FTVIA, a fim de esclarecer os efeitos e a eficácia da técnica em indivíduos com e sem AL, contribuindo, assim, com a pesquisa científica na área de voz. Dessa forma, proporcionar-se-á e oferecer maior subsídio científico para a sua utilização na fonoterapia clínica.

4.7 Conclusão

No grupo de mulheres sem afecções laríngeas e sem queixas vocais estudado, a FTVIA proporcionou o aumento do NPS, melhora da ressonância e projeção vocal, bem como aumento da energia harmônica e diminuição da energia aperiódica, melhorando as sensações subjetivas à produção vocal.

4.8 Referências

1. Simberg S, Laine A. The resonance tube method in voice therapy: description and practical implementations. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2007; 32(4):165-170.
2. Sampaio M, Oliveira G, Behlau M. Investigação de efeitos imediatos de dois exercícios de trato vocal semiocluído. *Pró-Fono.* 2008; 20(5):261-266.
3. Guzmán M et al. Efecto terapéutico de los ejercicios con tracto vocal semiocluido en pacientes con disfonía músculo tensional tipo I. *Rev Logop Fon Aud.* 2012a; 32(3):139-146.
4. Titze, IR et al. S. Raising lung pressure and pitch in vocal warm-ups: the use of flow resistant straws. *J Singing.* 2002; 58(4):329-338.

5. Titze, IR. Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rational and scientific underpinnings. *J Speech Lang Hear Res.* 2006; 49(2):448-459.
6. Laukkanen AM, Titze IR, Hoffman HH, Finnegan E. Effects of a semiocluded vocal tract on laryngeal muscle activity and glottal adduction in a single female subject. *Folia Phoniatr Logop,* 2008; 60(6):298–311.
7. Titze IR. Phonation threshold pressure measurement with a semi-occluded vocal tract. *J Speech Lang Hear Res.* 2009; 52(1):1062-1072.
8. Cielo CA, Lima JPM, Christmann MK, Brum R. Exercícios de trato vocal semiocluído: revisão de literatura. *Rev CEFAC.* Ahead of print, 2012.
9. Vampola T, Laukkanen AM, Horacek J, Svec JG. Vocal tract changes caused by phonation into a tube: a case study using computer tomography and finite-element modeling. *J Acoust Soc Am.* 2011; 129(1):310-315.
10. Laukkanen AM, Horacek J, Krupa P, Svec J. The effect of phonation into a straw on the vocal tract adjustments and formant frequencies. A preliminary MRI study on a single subject completed with acoustic results. *Biomedical Signal Process Control.* 2012; 7(1):50-57.
11. Gaskill CS, Quinney DM. The effect of resonance tubes on glottal contact quotient with and without task instruction: a comparison of trained and untrained voices. *J Voice.* 2012; 26(3):79-93.
12. Costa CB, Costa LHC, Oliveira G, Behlau M. Efeitos imediatos do exercício de fonação em canudo. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2011; 77(5):461-465.
13. Bele, LV. Artificially lengthened and constricted vocal tract in vocal training methods. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2005; 30(1):34-40.
14. Titze IR, Laukkanen AM. Can vocal economy in phonation be increased with an artificially lengthened vocal tract? A computer modeling study. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2007; 32(4):147-156.
15. Guzmán M, Higuera D, Fincheira C, Muñoz D, Guajardo C. Efectos acústicos inmediatos de una secuencia de ejercicios vocales con tubos de ressonância. *Rev CEFAC.* 2012c; 14(3):471-480.

16. Behrman A, Rutledge J, Hembree A, Sheridan S. Vocal hygiene education, voice production therapy, and the role of patient adherence: a treatment effectiveness study in women with phonotrauma. *J Speech Lang Hear Res.* 2008; 51:350-366.
17. Menezes MH, Duprat AC, Duprat H. O. Vocal and Laryngeal Effects of Voiced Tongue Vibration Technique According to Performance Time. *J Voice.* 2005; 19(1):61-70.
18. Barros APB, Carrara-de-Angelis E. Análise acústica da voz. In: Dedivitis RA, Barros APB. *Métodos de Avaliação e Diagnóstico da Laringe e Voz.* São Paulo: Lovise; 2002b:185-200.
19. Christmann MK. Modificações vocais produzidas pelo *Finger Kazoo*. 116f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
20. Andrade SR. Terapia vocal de base e sons nasais: efeitos sobre disfonias hipercinéticas. 103f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2007.
21. Zimmer V. Tempo ideal de vibração lingual sonorizada e qualidade vocal de mulheres. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da comunicação Humana) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
22. Law T, Lee YS, Ho FNY, Vlantis AC, Hasselt AC, Tong NCF. The effectiveness of group voice therapy: a group climate perspective. *J Voice.* 2012; 26(2): e41-e48.
23. Finger LS, Cielo CA. Modificações vocais acústicas produzidas pela fonação reversa. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2009; 14(1):15-21.
24. D'ávila H, Cielo CA, Siqueira MA. Som fricativo sonoro /ʒ/: modificações vocais. *Rev CEFAC.* 2010; 12(6):915-924.
25. Mangilli LD, Amoroso MRM, Nishimoto IN, Barros AP, Carrara-de-Angelis E. Voz, deglutição e qualidade de vida de pacientes com alteração de mobilidade de prega vocal unilateral pré e pós-fonoterapia. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2008; 13(2):103-112.

26. Gama CC, Faria AP, Bassi IB, Diniz SS. Alteração de mobilidade de prega vocal unilateral: avaliação subjetiva e objetiva da voz nos momentos pré e pós-fonoterapia. *Rev CEFAC*. 2011; 13(4):710-718.
27. Guzmán M, Angulo M, Muñoz D, Mayerhoff R. Effect on long-term average spectrum of pop singers' vocal warm-up with vocal function exercises. *Int J Speech Lang Pathol*. 2012b; Ahead of print.
28. Botton LM, Morisso MF, Silva, AMT, Cielo CA. Dor muscular em cabeça e pescoço e medidas vocais acústicas de fonte glótica. *Rev CEFAC*. 2012; 14(1):104-113.
29. Behlau M. O livro do especialista. Rio de Janeiro: Revinter; 2008:1-348.
30. Cordeiro GF, Montagnoli AN, Nemr NK, Menezes MHM, Tsuji DH. Comparative analysis of the closed quotient for lip and tongue trills in relation to the sustained vowel /ε/. *J Voice*. 2012; 26(1):e17-e22.
31. Guimarães MF, Behlau M. Análise perceptivoauditiva de estabilidade vocal de adolescentes em diferentes tarefas fonatórias. *Pró-Fono*. 2010; 22(4):455-458.
32. Menezes MHM. Análise perceptivoauditiva e acústica da voz relacionada ao tempo de execução do exercício de vibração sonorizada de língua em mulheres com nódulos vocais. 159f. Tese de doutorado. Faculdade de medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.
33. Ferreira FV, Cielo CA, Trevisan ME. Medidas vocais acústicas na Doença de Parkinson - estudo de casos. *Rev CEFAC*. 2010; 12(5):889-898.
34. Saxon KG, Schneider CM. *Vocal exercise physiology*. California: Singular Publishing Group; 1995:1-156.
35. Schwarz K, Cielo CA. Modificações laríngeas e vocais produzidas pela técnica de vibração sonorizada de língua. *Pró-Fono*. 2009; 21(2):161-166.
36. Zimmer V, Cielo CA, Finger LS. Modificações vocais acústicas espectrográficas produzidas pela fonação reversa. *Rev CEFAC*. 2010; 12(4): 535-542.

37. Roman-Niehues G, Cielo CA. Modificações vocais e acústicas produzidas pelo som hiperagudo. Rev CEFAC. 2010; 12(3):462-470.
38. Brum DM, Cielo CA, Finger LS, Manfrin JA. Considerações sobre modificações vocais e laríngeas ocasionadas pelo som basal em mulheres sem queixa vocal. Rev Soc Bras fonoaudiol. 2010; 15(2): 282-288.
39. Mchenry M, Johnson J, Foshea B. The effect of specific versus combined warm-up strategies on the voice. J Voice. 2008; 23(5):572-576.
40. Story BH, Laukkanen AM, Titze IR. Acoustic impedance of an artificially lengthened and constricted vocal tract. J Voice. 2000; 14(4):455-469..
41. Côrtes MG, Gama ACC. Análise visual de parâmetros espectrográficos pré e pós fonoterapia para disfonias. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2010; 15(2): 243-249.
42. Valentim AF, Côrtes MG, Gama AC. Análise espectrográfica da voz: efeito do treinamento visual na confiabilidade da avaliação. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2010; 15(3):335-342.
43. Gama ACC, Alves CFT, Cerceau JSB, Teixeira CT. Correlação entre dados perceptivo-auditivos e qualidade de vida em voz de idosas. Pró-Fono. 2009; 21(2): 125-130.
44. Master S. Análise acústica e perceptivo-auditiva da voz de atores e não atores masculinos: *long term average spectrum* e o “formante do ator”. 148f. Tese de doutorado. Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina. São Paulo, 2005.
45. Gaskill CS, Erickson MI. The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. J Voice. 2008; 22(6):634-643.

5 DISCUSSÃO GERAL

As participantes deste trabalho foram mulheres de 18 a 40 anos de idade que preencheram os critérios de seleção e foram distribuídas, aleatória e sistematicamente, em dois grupos (GE=grupo de estudo e GC=grupo de controle, com 12 voluntárias cada um).

A literatura aponta que os exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO) proporcionam economia e eficiência vocal, de modo que estes aspectos estão relacionados a diversas modificações que as técnicas produzem através da interação fonte e filtro. A constrição gerada no trato vocal altera a pressão interna em relação à atmosférica, modificando a configuração glótica e do trato vocal (STORY, LAUKKANEN, TITZE, 2000; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2007; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; GASKILL, ERICKSON, 2008; SIRACUSA *et al.*, 2011; VAMPOLA *et al.*, 2011; LAUKKANEN *et al.*, 2012; GASKILL, QUINNEY, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012c; MAIA *et al.*, 2012; CHRISTMANN, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012a; GUZMÁN *et al.*, 2012b).

Durante a fonação em tubo de vidro imerso em água (FTVIA), supõe-se que ocorre aumento da impedância do trato vocal e da pressão na região supraglótica que eleva a pressão transglótica, afastando as pregas vocais e gerando um mecanismo de proteção para essas estruturas (TITZE *et al.*, 2002; TITZE, 2006; TITZE, 2009; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008). No entanto, as pesquisas realizadas com a técnica foram realizadas na Finlândia e não se encontram disponíveis em revistas científicas, o que dificulta a comprovação dos efeitos e da eficácia.

Estudos com a fonação em diferentes tubos demonstram alguns resultados benéficos, como sensação de melhora na voz após a execução (LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008); aumento nível de pressão sonora (NPS), mudanças no trato vocal (VAMPOLA *et al.*, 2011; LAUKKANEN *et al.*, 2012), redução da frequência fundamental (f_0) (SAMPALIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008), sendo que em outro estudo não houve modificações após a técnica (LAUKKANEN *et al.*, 2012); mudanças na posição dos formantes (F) (LAUKKANEN *et al.*, 2012); aumento da atividade muscular de alguns músculos intrínsecos (VAMPOLA *et al.*,

2011); melhora na espectrografia de banda estreita (EBE) e redução da tensão laríngea (GUZMÁN *et al.*, 2012a).

No presente estudo, encontrou-se, na análise vocal acústica, melhora significativa dos valores do quociente de perturbação do *pitch* suavizado (sPPQ), índice de turbulência vocal (VTI), *Shimmer* absoluto ou em dB (ShdB) e *Shimmer* em dB (*Shim*) do GE. O sPPQ é uma das medidas de perturbação da frequência que analisa o percentual de variabilidade entre os ciclos glóticos, evidenciando quanto um ciclo de vibração glótica diferencia-se de outro durante a emissão. O mesmo ocorre com ShdB e com o *Shim*, medidas que correspondem à variação de amplitude ciclo-a-ciclo (CERVANTES, 2002; BARROS; CARRARA-ANGELIS, 2002b; COLTON, CASPER, LENARD, 2010).

Sabe-se que as medidas de *Jitter* e de *Shimmer* relacionam-se à aperiodicidade vibratória e à instabilidade do sinal (CERVANTES, 2002; BARROS; CARRARA-ANGELIS, 2002b; COLTON, CASPER, LENARD, 2010), e o VTI evidencia o nível de ruído nas altas frequências e relaciona-se ao ruído de turbulência ocasionado pela falta de coaptação das pregas vocais (CERVANTES; BARROS; CARRARA-ANGELIS, 2002b).

Tendo em vista as melhoras nesses parâmetros, constata-se que a FTVIA reduziu a aperiodicidade da vibração da mucosa das pregas vocais, o nível de ruído de turbulência nas altas frequências e a instabilidade do sinal, proporcionando melhora do sinal glótico com aumento da energia harmônica e redução de ruído. Além disso, o nível respiratório provavelmente influenciou na melhora dessas medidas, devido ao aumento do fluxo aéreo e do maior controle da musculatura respiratória, que conseqüentemente influenciam a pressão subglótica, a vibração e a coaptação das pregas vocais (TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2011; PIMENTA, 2011; GUZMÁN *et al.*, 2012a; GUZMÁN *et al.*, 2012c).

Os achados supracitados vão ao encontro da literatura que aponta que os ETVSO aumentam a pressão intraoral, propiciando aumento do contato da mucosa das pregas vocais com menos esforço, melhorando a atividade dos músculos intrínsecos da laringe, o movimento muco-ondulatório e a sincronia da vibração através da ressonância retroflexa (TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2011; GUZMÁN *et al.*, 2012a; GUZMÁN *et al.*, 2012c).

Algumas pesquisas realizadas com os ETVSO reforçam tais resultados. Pesquisa com mulheres sem afecções laríngeas (AL) e sem queixas vocais que

executaram o *finger kazoo* encontrou diminuição significativa das medidas do *Multi Dimension Voice Program Advanced* (MDVPA) de proporção ruído-harmônico (NHR) e grau dos componentes sub-harmônicos (DSH) após a técnica (CHRISTMANN, 2012). Outros dois estudos, realizados com o ETVSO de vibração lingual sonorizada, também verificaram redução significativa do ruído (AZEVEDO *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011).

Outra pesquisa com sequência de fonação em tubos associada a glissandos ascendentes e descendentes, com aumento de *pitch* e *loudness*, verificou diminuição significativa de *Jitter* e *Shimmer* e aumento da proporção harmônico-ruído (PHR) e da amplitude do *Cepstrum* e *Shimmer* (GUZMÁN *et al.*, 2012c), convergindo com os resultados deste estudo.

Em estudo a respeito da fonação em tubos com sujeitos com e sem AL, houve melhoras em medidas de perturbação da frequência como *Jitter* absoluto (*Jita*), *Jitter* percentual (*Jitt*), média relativa da perturbação de frequência (RAP), quociente de perturbação do *pitch* ou da frequência (PPQ) e variação da f_0 (vf_0) e na medida de ruído NHR, porém sem diferença estatisticamente significativa (COSTA *et al.*, 2011). Melhoras não significativas também foram verificadas no presente trabalho em todas as medidas de *Jitter*, *Shimmer*, dentre outras que, analisadas em conjunto, sugerem maior estabilidade e maior energia harmônica, com diminuição de ruído (TITZE, 2006; LAUKKNEN *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2011; LAUKKNEN *et al.*, 2011; GUZMÁN *et al.*, 2012a; GUZMÁN *et al.*, 2012c).

Quanto à f_0 , não houve modificações significativas após a realização da FTVIA. Este resultado concorda com uma pesquisa realizada com tubos de 15cm de comprimento e 5mm de diâmetro (LAUKKNEN *et al.*, 2011) e de outra com tubo de plástico de 8,7cm de comprimento e 1,5mm de diâmetro (COSTA *et al.*, 2011) que não verificaram modificações. No entanto, um trabalho com tubo plástico de 8,7cm de comprimento e 1,5mm de diâmetro verificou redução significativa da f_0 (SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008), e outros quatro trabalhos, com vibração sonorizada de língua (SCHWARZ, CIELO, 2009; AZEVEDO *et al.*, 2010; ZIMMER, 2011) e *finger kazoo* (CHRISTMANN, 2011), encontraram aumento significativo da f_0 . Verifica-se que ainda não há comprovação na literatura a respeito das mudanças da f_0 e também de outros parâmetros da análise acústica e perceptivoauditiva da voz, sendo importante a realização de mais estudos com os ETVSO.

Na análise perceptivoauditiva, verificou-se melhora significativa da soproidade após a execução da técnica, concordando com as melhoras obtidas na avaliação acústica, já que a redução da aperiodicidade da vibração que resultou na melhora do sinal glótico, bem como o aumento do fluxo aéreo, que influencia a pressão subglótica, provavelmente estão associados à redução de soproidade na voz (TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2011; PIMENTA, 2011; GUZMÁN *et al.*, 2012a; GUZMÁN *et al.*, 2012c). Esse resultado vai ao encontro da literatura que aponta, nos ETVSO, fonação com maior eficiência e economia vocal, devido ao menor atrito na coaptação, com melhora mobilidade da mucosa, o que favorece a redução de escape aéreo durante a fonação (TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2011; LAUKKANEN *et al.*, 2011; GUZMÁN *et al.*, 2012a; GUZMÁN *et al.*, 2012c).

Verifica-se carência de estudos com tubos que tenham utilizado esta avaliação, mas há alguns com ETVSO que fizeram uso e encontraram resultados distintos para cada técnica (D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; MENEZES *et al.*, 2010; MAIA *et al.*, 2012).

Pesquisa sobre o fricativo sonoro /ʒ/ avaliou as modificações vocais perceptivoauditivas após a técnica, evidenciando melhora (D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010). Outro trabalho investigou os efeitos imediatos do exercício de sopro e som agudo e também verificou melhora da qualidade vocal após a técnica (MAIA *et al.*, 2012).

Após três minutos da técnica de vibração sonorizada de língua no sexo feminino, houve melhora da voz na avaliação perceptivoauditiva (MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005). Ainda, após cinco minutos com a técnica de vibração sonorizada de língua em mulheres com nódulos vocais, a análise vocal perceptivoauditiva mostrou melhora da classificação vocal geral e redução de aspereza e de soproidade (MENEZES *et al.*, 2010).

No entanto, pesquisa com a técnica *finger kazoo*, realizada com mulheres sem AL e sem queixas vocais (CHRISTMANN, 2011) e estudo realizado com tudo de 8,7cm de comprimento e 1,5mm com sujeitos de ambos os sexos diâmetro (COSTA *et al.*, 2011), que fizeram uso da análise vocal perceptivoauditiva, não verificaram modificações vocais após a técnica.

Na avaliação videolaringoscópica (VLE) após a FTVA, apenas a não alteração da constrição do vestíbulo laríngeo foi significativa. Tendo em vista que as

voluntárias não apresentavam presença de constrição laríngea antes ou após a FTVIA, sugere-se que a técnica não promova hipertensão do aparato fonador. Além disso, em disfonias hiperfuncionais a FTVIA provavelmente reduz a constrição, o que foi verificado em estudo, após sequência de ETVSO de fonação em tubos e fricativa bilabial /β:/, em que três sujeitos apresentaram redução do grau de tensão e três a eliminaram (GUZMÁN *et al.*, 2012a).

Houve melhora significativa da definição e do número de harmônicos, do escurecimento do traçado de F4 e da definição do traçado de F1; a PS apresentou aumento significativo e houve autorrelato significativo de voz melhor pós-FTVIA. Ainda, correlação positiva significativa entre a sensação de voz melhor e a definição de F2 (grau moderado) e F3 (grau forte) e a regularidade do traçado espectrográfico (grau moderado).

O escurecimento do traçado espectrográfico relaciona-se ao NPS, que depende do suporte respiratório e da coaptação glótica durante a fonação. A definição de harmônicos e F, assim como o aumento do número de harmônicos, relacionam-se à redução de energia aperiódica durante a fonação e ao aumento de energia harmônica, ressonância e projeção vocal (MASTER, 2005).

A melhora significativa de todos esses aspectos pode ser justificada pela energia retroflexa gerada pela FTVIA que aumenta a impedância no trato vocal e a pressão sub e supraglótica, o que gera equilíbrio da pressão em nível glótico. A redução da tensão e atrito entre as pregas vocais, com maior mobilidade e periodicidade da onda mucosa, favorece o aumento da energia harmônica, principalmente nas frequências mais altas do espectro, bem como da projeção e ressonância vocais. Com isso, aumento das pressões sub e supraglótica e provavelmente o maior controle da musculatura respiratória e maior atividade dos músculos tireoaritenóideo (TA), cricotireóideo (CT) e cricoaritenóideo lateral (CAL), associado ao fechamento glótico mais equilibrado podem justificar o aumento do NPS verificado nesta pesquisa (TITZE *et al.*, 2002; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; TITZE, 2009; VAMPOLA *et al.*, 2011; CIELO *et al.*, 2012; CHRISTMANN, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012a).

Estudo realizado com mulheres sem AL e sem queixas vocais, que executaram o ETVSO *finger kazoo* em três séries de 15 repetições, utilizou o RTS e verificou aumento do escurecimento do traçado de F2, F3 e F4, maior definição do traçado de F2 e F3 e aumento da definição de harmônicos (CHRISTMANN, 2012).

Resultados semelhantes foram verificados em investigação sobre o impacto vocal do ETVSO vibração sonorizada de língua em 24 mulheres, com três séries de 15 repetições e utilizando o RTS, havendo maior escurecimento do traçado dos F e em todo espectro, maior definição dos F e da regularidade do traçado (SCHWARZ, CIELO, 2009).

Em pesquisa com a realização do ETVSO fonação em tubo de plástico, verificou-se que a mudança entre as frequências dos F foram relativamente pequenas, já que F3 aumentou ligeiramente, enquanto F2, F4 e F5 diminuíram, não havendo mudança significativa do NPS (LAUKKANEN *et al.*, 2012).

Houve predominância significativa da sensação de voz melhor pós-FTVIA. As mais referidas foram voz mais solta para falar, melhora na projeção da voz e músculos mais soltos. Verifica-se que as sensações autorreferidas pelos sujeitos relacionaram-se principalmente à melhora da ressonância vocal, o que torna a voz mais projetada. Além disso, o fato de referirem músculos mais soltos após a execução sugere que a técnica proporciona normotensão dos músculos envolvidos na produção vocal. Todos esses aspectos convergem com as melhoras espectrográficas e de NPS encontradas e com a literatura sobre os ETVSO (SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; CHRISTMANN, 2012; CIELO *et al.*, 2012; GUZMÁN *et al.*, 2012a).

Reforçando tais resultados, em outras pesquisas realizadas com tubos, encontrou-se predominância de sensações em relação à melhora da voz (SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; GUZMÁN *et al.*, 2012c). Além disso, estudos com outros ETVSO também as verificaram (SCHWARZ, CIELO, 2009; ZIMMER, 2011; CHRISTMANN, 2012).

Tais melhoras referidas pelos sujeitos que realizaram a FTVIA podem ser justificadas pelas vibrações proprioceptivas geradas pela semioclusão dos lábios e emissão no interior do tubo em direção à água, havendo aumento da propagação do som nas cavidades de ressonância. O fenômeno pode ser considerado um fator motivador, pois permite aos sujeitos perceberem que “algo está acontecendo”, ou seja, a técnica torna-se mais concreta (SIMBERG, LAINE, 2007; SCHWARZ; CIELO, 2009).

Inesperadamente, verificou-se no GC melhora significativa da definição do traçado de F2 após a permanência em silêncio, melhora do quociente de perturbação da amplitude suavizado (sAPQ) e correlação negativa de grau

moderado entre sensação de voz melhor e definição de F4. Na literatura, não foram encontrados estudos com as técnicas de fonação em tubos que tivessem utilizado um GC. Dois trabalhos, com outros tipos de ETVSO que utilizaram GC, encontraram modificações não significativas nesse grupo (MENEZES *et al.*, 2010; GUZMÁN *et al.*, 2012b).

Um grupo de 27 mulheres com nódulos vocais executou o ETVSO de vibração sonorizada de língua e dez mulheres fizeram parte do GC, realizando um exercício placebo. O GC mostrou mudanças discretas quando comparadas com o primeiro grupo, que apresentou melhoras significativas (MENEZES *et al.*, 2010).

Pesquisa realizada com cantores utilizou um GE com 20 sujeitos que realizaram exercícios de função vocal, incluindo aquecimento vocal com ETVSO, e um GC com 18 sujeitos que realizaram somente aquecimento vocal com uma melodia simples durante sessão de 30min. Verificou-se, na análise acústica, diferença significativa entre os momentos pré e pós-aquecimento em ambos os grupos, porém, os exercícios do GE produziram maior efeito positivo comparando-se com o aquecimento isolado do GC (GUZMÁN *et al.*, 2012b).

A partir dos resultados do presente estudo, verifica-se a importância da utilização de avaliações multidimensionais que enriquecem o trabalho e proporcionam uma análise conjunta de todas as avaliações tanto de nível glótico quanto de filtro vocal. A VLE, sendo uma avaliação fundamental e minuciosa, permitiu o monitoramento da visualização da configuração laríngea e complementou as demais avaliações. Além disso, as sensações autorrelatadas utilizadas na presente pesquisa permite o conhecimento da opinião do paciente em relação à técnica vocal o que auxilia nas pesquisas científicas e promove o engajamento do paciente na terapia vocal.

6 CONCLUSÃO GERAL

No grupo de mulheres sem afecções laringeas e sem queixas vocais estudado, a técnica gerou redução da aperiodicidade da vibração glótica e do ruído, com aumento da energia harmônica e conseqüente melhora do sinal glótico; maior NPS, ressonância e projeção vocal, melhorando as sensações subjetivas à produção vocal; na VLE, a não alteração da constrição do vestíbulo laríngeo sugere que a técnica não provoca hipertensão laríngea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

BEBER, B. C.; CIELO, C. A. Medidas acústicas de fonte glótica de vozes masculinas normais. **Pró-Fono Rev Atual Científica**. v. 22, n. 3, p. 299-304, 2010.

BEBER, B. C.; CIELO, C. A. Características da espectrografia de banda larga e estreita da emissão vocal de homens com laringe sem afecções. **Rev CEFAC**. v. 14, n. 2, p. 290-97, 2012.

BRUM, D. M.; CIELO, C. A.; FINGER, L. S.; MANFRIN, J. A. Considerações sobre modificações vocais e laríngeas ocasionadas pelo som basal em mulheres sem queixa vocal. **Rev Soc Bras fonoaudiol**. v. 15, n. 2, p. 282-8, 2010.

CARNEIRO, R. P. **Características acústicas da voz em diferentes posturas corporais**. 99f. Dissertação (Mestrado do Programa de pós-graduação Interunidades Bioengenharia) - Faculdade de medicina de Ribeirão Preto, 2009.

CONTERNO, G.; CIELO, C. A.; ELIAS, V. S. Características vocais acústicas do som basal em homens com fissura pós-forame reparada. **Rev CEFAC**. v. 13, n. 1, p. 171-81, 2011.

D'AVILA, H.; CIELO, C. A.; SIQUEIRA, M. A. Efeitos da técnica fonoterapêutica de fricativo sonoro /ʒ/ na voz: análise de um caso. **Soc Bras Fonoaudiol**. v. 10, n. 4, p.232-5, 2005.

ECKLEY, C. A.; ANELLI, W; DUPRAT, A. C. Sensibilidade e especificidade da análise perceptivoauditiva da voz na triagem de distúrbios laríngeos. **Rev Bras Otorrinolaringol**. v. 74, n. 2, p. 68-171, 2008.

FELIPPE, A. C. N.; GRILLO, M. H. M. M., GRECHI, T. H. Normatização de medidas acústicas para vozes normais. **Rev Bras Otorrinolaringol**. v. 72, n. 5, p. 659-74, 2006.

FINGER, L. S; CIELO, C. A.; SCHWARZ, K. Medidas vocais acústicas de mulheres sem queixas de voz e com laringe normal. **Braz J Otorhinolaryngol**. v. 75, n. 3, p. 432-40, 2009.

MORTENSEN, M. D.; SCHABERG, M. M. D.; PEAK WOO, M. D. Diagnostic contributions of videolaryngostroboscopy in the pediatric population. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 136, n. 1, p. 75-9, 2010.

NUNES, R. B.; SOUZA, A. M. V; DUPRAT A. C.; SILVA, M. A. A; COST, R. C.; PAULINO, J. G. Análise do trato vocal em pacientes com nódulos, fendas e cisto de prega vocal. **Braz J Otorhinolaringol**. v. 75, n. 2, p. 188-92, 2009.

PEDROSO, M. I. L. **Técnicas vocais para profissionais da voz**. 50f. Monografia (Especialização em voz) – CEFAC, São Paulo, 1997.

PERAZZO, P. S. L.; GOES, C. R. T.; ANJOS, C. A. L. Avaliação da Vibração das pregas vocais. Cap. 68, pa. 807 – 23. In:_____. ; CAMPOS, C. A. H.; COSTA, H. O. **O. Tratado de otorrinolaringologia**. São Paulo: Roca, 2002.

PEREIRA, E. C.; SILVÉRIO, K. C. A.; MARQUES, J. M.; CAMARGO, P. A. M. Efeito imediato de técnicas vocais em mulheres sem queixa vocal. **Rev CEFAC**. v. 13, n. 5, p. 886-94, 2011.

PETROVIC-LAZIC, M.; BABAC, S.; VUKOVIC, M.; KOSANOVIC, R.; IVANKOVIC, Z. Acoustic voice analysis of patients with vocal fold polyp. **J Voice**. v. 25, n. 1, p. 94-7, 2011.

REMACLE, A.; FINCK, C.; ROCHE, A.; DOMINIQUE, L. M.; MONS, B. Vocal impact of a prolonged reading task at two intensity levels: objective measurements and subjective self-ratings. **J Voice**. v. 26, n. 4, p. 177-86, 2012.

ROMAN-NIEHUES, G.; CIELO, C. A. Particularidades da técnica fonoterapêutica de sons hiperagudos: revisão de literatura. **Rev CEFAC**. v. 8, n. 3, p. 360-7, 2006.

SILVÉRIO, K. C. A.; PEREIRA, E. C. P.; MENOCIN, L. M.; DIAS, C. A. S.; JUNIOR, C. L. G. S.; SCHWARTZMAN, P. P. Avaliação vocal e cervicoescapular em militares instrumentistas de sopro. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**. v. 15, n. 4, p. 497-504, 2010.

SPEYER, R. Effects of voice therapy: a systematic review. **J Voice**. v. 22, n. 5, p. 565-80, 2008.

APÊNDICES

Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido

Este termo foi elaborado conforme recomenda a norma 196/96 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP/1996, e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Santa Maria/RS (fone: 55 3220 9362).

O projeto do qual se origina a presente pesquisa se chama “Avaliação e terapia de voz” (aprovado pelo Comitê de Ética da UFSM: 23081.016945/2010-76) e é coordenado pela Fonoaudióloga Doutora Carla Aparecida Cielo (CRFa/RS 5641), professora do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Maria/RS (Coordenação do Curso: 55 3220 8348; Serviço de Atendimento Fonoaudiológico: 3220 9239; Departamento de Fonoaudiologia: 3220 8541). A fonoaudióloga pesquisadora orientada pela Dra. Carla Aparecida Cielo chama-se Joziane Padilha de Moraes Lima (telefone para contato: 55 91410709) e o título de seu sub-projeto é “Modificações vocais e laríngeas imediatas em mulheres após a técnica de fonação em tubo de vidro imerso em água”.

Objetivo e Justificativa: Este estudo pretende contribuir para melhorar a compreensão a respeito das modificações vocais e acústicas ocorridas após a execução da técnica de fonação em tubos, em indivíduos de ambos os sexos. Em virtude, das técnicas de voz desempenharem um papel fundamental no processo terapêutico e, também, devido à escassez de trabalhos científicos relacionados à comprovação dos efeitos produzidos pelas técnicas, torna-se fundamental a realização de novas pesquisas com técnicas vocais, tendo em vista a contribuição para uma conduta fonoaudiológica adequada com os pacientes disfônicos que apresentam problemas de voz.

Você está sendo convidado, por meio deste documento, a participar de uma pesquisa sobre a técnica vocal de fonação em tubos, sendo que você tem a garantia de que sua identidade será sempre mantida em sigilo e os seus dados ficarão sob responsabilidade da Dra. Carla Aparecida Cielo num banco de dados para utilização em publicações científicas atuais e futuras.

Os procedimentos que serão utilizados no decorrer da pesquisa estão descritos abaixo e não oferecem riscos à sua saúde, apenas poderá sentir desconforto durante uma das avaliações (otorrinolaringológica), na qual o médico examinará sua garganta, e poderá usar um anestésico, a fim de evitar náuseas, e

você poderá ter uma sensação desagradável na garganta, e um gosto ruim na boca, que poderá permanecer durante alguns minutos. Ainda, após a técnica, você poderá sentir-se um pouco tonto ou cansado, com sensação de leve aperto, coceira, ardência ou catarro (secreção) na garganta. Ou poderá sentir-se bem! Não sabemos ainda como será o resultado!

Você tem a liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem que isso lhe traga prejuízos de qualquer ordem, e pode solicitar esclarecimentos aos pesquisadores. Como benefícios diretos, você terá o parecer dos pesquisadores sobre seu desempenho nas tarefas que vai realizar e, caso seja necessário, eles o encaminharão para avaliações mais completas e ou para profissionais específicos, ficando ao seu critério seguir ou não as recomendações. Além disso, com sua participação até o final do estudo, você estará contribuindo com o aumento e a melhoria do conhecimento sobre o tratamento da voz humana, tão importante para as pessoas.

Procedimentos:

Você responderá a um questionário com perguntas sobre sua saúde geral e hábitos de vida.

O médico otorrinolaringologista examinará sua garganta envolvendo a língua com uma gaze, segurando-a para fora, logo após um tubo fininho será colocado pela boca ou pelo nariz, até o fundo da garganta, para gravar as imagens das pregas vocais numa fita de vídeo ou DVD. Durante o exame, você terá que pronunciar alguns sons. Dependendo da sensibilidade, o tubo poderá provocar o reflexo de vômito, mas o uso de anestésico em *spray* pode evitar isso. Esta avaliação poderá ocorrer por conta dos pesquisadores ou ser solicitada para você por meio de seu plano de saúde, caso você concorde.

Será realizado um exame do seu rosto e da sua boca (orofacial), com o objetivo de analisar aspecto, mobilidade, tensão e postura de lábios, língua, bochechas e céu da boca (palato), assim como o desempenho da sucção, deglutição, respiração e mastigação, através de alguns toques sobre o seu rosto (com a mão enluvada), e solicitação de alguns movimentos.

Uma avaliação da sua audição será feita, na qual você permanecerá dentro de uma sala, usando um fone de ouvido que emite apitos (tons puros nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz), e será solicitado que levante a mão

mostrando em qual orelha está escutando os apitos. Salienta-se que, este exame também é simples de realizar e não causa qualquer desconforto.

Após, você terá que tomar ar (inspirar) e falar a vogal “a”, até acabar o ar, sendo que sua voz será gravada para posteriores análises, além disso, durante essa emissão, um outro aparelho medirá o volume da sua voz (intensidade) o qual será posicionado ao seu lado. A coleta de dados será realizada em sala silenciosa.

Você também vai realizar um exercício de voz denominado fonação em tubos, emitindo um som num tubo de vidro que estará com a ponta num recipiente com água. O exercício será explicado e demonstrado a você e, após esse treino, você repetirá esse som 45 vezes. A cada 15 repetições você poderá descansar um pouco e também tomar água. Pode ser que durante a repetição dos sons, ou depois, você sinta sua voz bem melhor ou tenha alguma sensação de leve cansaço, de aperto, coceira, ardência ou catarro (secreção) na garganta, mas isso é esperado, pois algumas pessoas realizam alguns sons com maior conforto do que outras.

Após esse exercício, você responderá um questionário a respeito dessas sensações, boas e ou ruins. Esse som não apresenta riscos de saúde para você e você será sempre orientado pelos pesquisadores sobre como fazer o som e quando parar. Depois desses exercícios, você fará novamente a emissão do “a” para que os pesquisadores possam comparar como você estava antes e depois do exercício de voz.

Ao assinar este documento, você concorda com o seu conteúdo e passa a fazer parte do estudo. Obrigada pela sua participação!

Nome completo:

Assinatura:

Data:

Este documento foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM/RS, sob o processo de número 23081.0169

Apêndice B – Protocolo de avaliação vocal acústica espectrográfica

Juíza: _____

Código da espectrografia: _____

BANDA LARGA

1. Intensidade do traçado dos formantes

1.1 Primeiro formante

 mais intenso menos intenso sem alteração

Obs:

1.2 Segundo formante

 mais intenso menos intenso sem alteração

Obs:

1.3 Terceiro formante

 mais intenso menos intenso sem alteração

Obs:

1.4 Quarto formante

 mais intenso menos intenso sem alteração

Obs:

2. Intensidade do traçado das altas frequências

 mais intensas menos intensas sem alteração

Obs:

3. Intensidade do traçado em todo o espectrograma vocal

 mais intenso menos intenso sem alteração

Obs:

4. Presença de ruído

4.1 Em todo o espectrograma vocal

 redução aumento sem alteração

Obs:

4.2 Nas altas frequências

 redução aumento sem alteração

Obs:

5. Definição dos formantes

5.1 Primeiro formante

 menos definido mais definido sem alteração

Obs:

5.2 Segundo formante

 menos definido mais definido sem alteração

Obs:

5.3 Terceiro formante

menos definido mais definido sem alteração

Obs:

5.4 Quarto formante

menos definido mais definido sem alteração

Obs:

6. Regularidade do traçado

menos definido mais definido sem alteração

Obs:

BANDA ESTREITA

1. Intensidade do traçado das altas frequências

mais intensas menos intensas sem alteração

Obs:

2. Intensidade do traçado em todo o espectrograma vocal

mais intenso menos intenso sem alteração

Obs:

3. Presença de ruído entre os harmônicos

3.1 Em todo o espectrograma vocal

redução aumento sem alteração

Obs:

3.2 Nas altas frequências

redução aumento sem alteração

Obs:

4. Substituição de harmônicos por ruído

4.1 Em todo o espectrograma vocal

redução aumento sem alteração

Obs:

4.2 Nas altas frequências

redução aumento sem alteração

Obs:

5. Definição de harmônicos

mais definidos menos definidos sem alteração

Obs:

6. Regularidade do traçado:

mais regular menos regular sem alteração

Obs:

7. Número de harmônicos

redução aumento sem alteração

8. Presença de sub-harmônicos

redução aumento sem alteração

ANEXOS



Anexo A – Protocolo de avaliação vocal perceptivoauditiva- escala RASATI

Juíza: _____

Data de entrega ___/___/___ Data de retorno: ___/___/___

Total de vozes: _____

Voz código _____

Rouquidão	(0)ausente	(1) discreto	(2) moderado	(3) intenso
Aspereza	(0)ausente	(1) discreto	(2) moderado	(3) intenso
Soprosidade	(0)ausente	(1) discreto	(2) moderado	(3) intenso
Astenia	(0)ausente	(1) discreto	(2) moderado	(3) intenso
Tensão	(0)ausente	(1) discreto	(2) moderado	(3) intenso
Instabilidade	(0)ausente	(1) discreto	(2) moderado	(3) intenso
Normal	()			

