

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

**MODIFICAÇÕES VOCAIS PRODUZIDAS PELO
*FINGER KAZOO***

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Mara Keli Christmann

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

**MODIFICAÇÕES VOCAIS PRODUZIDAS PELO *FINGER*
*KAZOO***

Mara Keli Christmann

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa 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 a obtenção do grau de **Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana.**

Orientador: Dr^a Carla Aparecida Cielo

Santa Maria, RS, Brasil.

2012

C555m Christmann, Mara Keli
Modificações vocais produzidas pelo *Finger Kazoo* / Mara Keli
Christmann. – 2012.
116 p. ; 30 cm

Orientadora: Carla Aparecida Cielo.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em
Distúrbios da Comunicação Humana, RS, 2012

1. Voz 2. Fonação 3. Qualidade da voz 4. Acústica da voz 5.
Reabilitação I. Cielo, Carla Aparecida II. Título.

CDU 616.89-008.434

Ficha catalográfica elaborada por Simone G. Maisonave – CRB 10/1733
Biblioteca Central da UFSM

© 2012

Todos os direitos autorais reservados a Mara Keli Christmann

. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com
autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Paul Harrys, 103/ ap 11 - Centro - Santa Maria - RS. CEP: 97015-
480

Fone: (55) 3212 5973; Cel: (55) 8438 4604; End. Eletr:
marakchristmann@yahoo.com.br.

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

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

MODIFICAÇÕES VOCAIS PRODUZIDAS PELO *FINGER KAZOO*

elaborada por
Mara Keli Christmann

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

COMISSÃO EXAMINADORA:

Carla Aparecida Cielo, Prof^a. Dr^a. (UFSM-RS)
(Presidente/Orientadora)

Karine Schwarz, Prof^a. Dr^a. (UFRGS)

Renata Mancopes, Prof^a. Dr^a. (UFSM-RS)

Santa Maria, 29 de fevereiro de 2012.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por tudo que Ele tem me proporcionado;

À minha orientadora Fga Dr^a Carla Cielo, pelas valiosas orientações, pelos preciosos e imensuráveis ensinamentos na área de Voz e na vida, através do seu exemplo de profissionalismo, dedicação, ética, competência, sabedoria e equilíbrio. Obrigada professora, você vem representando muito no meu processo de amadurecimento/crescimento pessoal e profissional. A você minha sincera admiração, amizade e respeito!

Aos meus pais, que foram os primeiros a acreditar e apoiar um sonho que parecia impossível, representando a minha base de sustentação, sempre me fortalecendo e à disposição para tudo. Amo vocês!

À minha irmã Mavi Aline Christmann e ao meu irmão Marnei Régis Christmann pelo incentivo e por terem estado ao meu lado em todas as horas, mesmo separados pela distância e também pela compreensão das ausências em função da realização deste trabalho.

Ao meu namorado Rodrigo de Oliveira Leonel pelo amor sincero e incondicional, por caminhar ao meu lado com tanta compreensão, carinho, paciência e pela infinidade de alegrias que tem me proporcionado desde que o conheci.

À minha sogra Silvana por ter me acolhido e me ensinado seu exemplo de bondade e dedicação ao próximo.

À minha cunhada Rosana, por ter sempre um sincero sorriso em seu rosto que é capaz de melhorar qualquer dia ruim, pela sinceridade e simpatia com que sempre me tratou, e pela amizade.

Aos meus afilhados Bernardo e Felipe por me proporcionarem momentos únicos de descontração e diversão, resgatando a beleza e inocência únicas das crianças, me fazendo resgatar diversos valores e muitas vezes quebrando um ciclo de estresse.

À minha amiga Fga Talita Marin Scherer pela tamanha importância que essa amizade tem na minha vida, por estar ao meu lado acompanhando cada etapa, cada

dificuldade vencida, cada momento de alegria e por representar para mim um grande exemplo de maturidade, competência e dedicação com os pacientes.

À minha amiga Fga Joziane Lima pelo apoio constante, pela amizade verdadeira, pelo auxílio sempre que necessário (muitas vezes sem ser necessário verbalizar!), por ter compartilhado tantos momentos especiais de aprendizado, alegria, produção de artigos, comemorações, expectativas, superação, (etc), e por ser uma excelente colega de trabalho.

Às minhas amigas Fgas Bruna Franciele da Trindade Gonçalves e Andrielle de Bitencourt Pacheco por compartilhar conhecimentos, alegrias e angústias nesta caminhada.

À eterna turma 14 “mara” pelo carinho, proximidade e ombro amigo desde os primórdios da faculdade.

À Fga Leila Finger pelo auxílio na finalização deste trabalho e pelo apoio constante, mesmo com uma agenda tão lotada.

À minha amiga Fga Carla Hoffmann pelo auxílio na tabulação dos dados, e pela sua competência na elaboração de artigos.

A todos os integrantes do LabVoz pela oportunidade de dividir experiências conhecimentos e pelo respeito e ética que sempre estiveram em primeiro lugar nesse laboratório.

À professora Anaelena pelas orientações referentes à estatística do trabalho.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

A todos os sujeitos que se dispuseram a participar desta pesquisa, contribuindo para a melhoria da ciência.

Às fonoaudiólogas juízas pela contribuição a esta pesquisa.

Aos membros da banca pelas contribuições neste trabalho.

*“O sucesso não é medido pelos
patamares alcançados,
mas pelos obstáculos superados
para chegar lá”*

(Booker T. Washington)

RESUMO

Dissertação de Mestrado

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

MODIFICAÇÕES VOCAIS PRODUZIDAS PELO *FINGER KAZOO*

AUTORA: MARA KELI CHRISTMANN

ORIENTADORA: Dra CARLA APARECIDA CIELO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 29 de fevereiro de 2012.

Exercícios fonoterapêuticos de trato vocal semiocluído (ETVSO) incluem o *finger kazoo* (FK). **Objetivo:** correlacionar modificações vocais acústicas e perceptivo-auditivas de fonte glótica e modificações vocais espectrográficas e autoavaliação vocal após FK. **Métodos:** Estudo observacional transversal analítico quantitativo. Amostra de 46 mulheres adultas entre 18 e 31 anos de idade sem queixas vocais e afecções laringeas. Coleta de /a:/ antes (M1); imediatamente após três séries de 15 repetições do FK (30 segundos de repouso) (M2); e cinco minutos após (M3); autoavaliação vocal em M2 e M3. Análises pela escala RASATI, programas *Multi Dimension Voice Program Advanced* e *Real Time Spectrogram (Kay Pentax®)*. As espectrografias e os resultados da RASATI foram avaliados por juízes. Testes de *Kappa*, *Friedman*, *Wilcoxon* e Qui-quadrado. **Resultados:** Aumento significativo da frequência fundamental (f0), redução da variação de amplitude (vAm) e grau de sub-harmônicos (DSH) em M2. RASATI sem significâncias. Correlações positivas significativas: desvio-padrão f0 (STD) com sopro e astenia; medidas de *jitter*, variação de frequência (vf0) e índice de fonação suave (SPI) com rouquidão, sopro, astenia e instabilidade; medidas de *shimmer* e vAm com rouquidão e sopro; vAm com astenia; grau e número de segmentos não sonorizados (DUV e NUV) com sopro; STD, *jitter*, SPI, quociente de perturbação do *pitch* suavizado (sPPQ), quociente de perturbação da amplitude suavizado (sAPQ), vf0 e vAm com instabilidade. Correlações negativas significativas: índice de turbulência (VTI) com astenia; medidas de *jitter* e SPI com tensão; f0 mais aguda (fhi), f0 mais grave (flo) e f0 com rouquidão e sopro; instabilidade com flo. Banda larga (EBL): melhora da intensidade F2, F3, F4 e altas frequências (af), definição F2, F3 e regularidade do traçado (M1XM2); intensidade de dos F e af, e definição F3, F4, aumento do ruído af (M1XM3); piora da regularidade do traçado (M2XM3). Sem alterações (SA) largura de banda dos F, definição F1, ruído baixas, médias e af (M1XM2XM3), e médias e baixas frequências (M1XM3). Banda estreita (EBE): melhora da intensidade af, definição harmônicos e regularidade do traçado, SA ruído entre harmônicos baixas e af (M1XM2); melhora da intensidade af, de todo espectrograma vocal e regularidade do traçado, piora do ruído entre harmônicos, SA ruído baixas e af, substituição de harmônicos por ruído em todo espectrograma vocal e baixas, médias e af (M1XM3); SA presença de sub-harmônicos (M1XM2XM3). Referência de voz melhor. Correlação positiva entre voz melhor e intensidade F3 (EBL - M1XM3), e substituição de harmônicos por ruído nas médias frequências, definição e número de harmônicos (EBE - M1XM3). **Conclusão:** FK gerou redução do ruído, aumento da f0, estabilidade vocal e energia harmônica. No geral, rouquidão, astenia, sopro e instabilidade correlacionaram-se positivamente com medidas de *jitter*, *shimmer*, STD, SPI, vf0, vAm, NUV, DUV e negativamente com medidas de frequência e VTI. A tensão correlacionou-se negativamente com medidas de *jitter* e SPI. Aumento da intensidade das af, intensidade e definição dos F, regularidade do traçado e definição dos harmônicos. Melhor voz, conforme aumento da intensidade F3, definição e número de harmônicos e substituição de harmônicos por ruído nas médias frequências.

Palavras-chave: Voz. Fonação. Reabilitação. Acústica da fala.

ABSTRACT

Master's Degree Dissertation
Program of Post Graduation of Human Communication Disorders
Universidade Federal de Santa Maria – Rio Grande do Sul

VOCAL CHANGES PRODUCED BY FINGER KAZOO

AUTHOR: MARA KELI CHRISTMANN

ADVISOR: Dra. CARLA APARECIDA CIELO

Place of Defense and Date: Santa Maria, february 29nd 2012.

Vocal exercises semioccluded vocal tract (SOVT) of include *finger kazoo* (FK). **Objectives:** to correlate vocal-acoustic and auditory perception modifications of the glottal source, spectrograph acoustic vocal modifications and self-evaluation after FK. **Methods:** A cross-sectional analytic quantitative observation study. The 46 adult women age between 18 and 40 without vocal complaints and laryngeal alterations, emitted the vowel /a:/ before (M1); immediately after three series of 15 FK repetitions (30 seconds rest) (M2); and five minutes after (M3); vocal self-evaluation in M2 and M3. Vocal analyses by means of the RASATI scale, programs *Multi Dimension Voice Program Advanced* and *Real Time Spectrogram (Kay Pentax®)*. The spectrographs and the RASATI results were evaluated by judges. *Kappa*, *Friedman*, *Wilcoxon* and Chi-square tests. **Results:** Increase of fundamental frequency (f0); reduction of amplitude variation (vAm); and degree of sub-harmonics (DSH) in M2. No difference in the RASATI. Significant positive correlations: standard deviation of the f0 (STD) with breathiness and asthenia; measures of *jitter*, frequency variation (vf0) and soft phonation index (SPI) with hoarseness, breathiness, asthenia, and instability; measures of *shimmer* and vAm with hoarseness and breathiness; vAm with asthenia; degree and number of unvoiced segments (NUV and DUV) with breathiness; STD, *jita*, SPI, smoothed pitch perturbation quotient (sPPQ), smoothed amplitude perturbation quotient (sAPQ), vf0 and vAm with instability. Significant negative correlations: voice turbulence index (VTI) with asthenia; *jitter* and SPI measures with tension; f0 higher (fhi), f0 lower (flo) and f0 with hoarseness and breathiness; instability with flo. Wideband: improvement of F2, F3, F4 intensity and of high frequencies (hf), F2, F3 definition and trace regularity (M1XM2); F and hf intensity, and F3, F4 definition, increase in hf noise (M1XM3), worsening in the trace regularity (M2XM3). No alteration (NA) in F bandwidth, F1 definition, low, medium and hf noise (M1XM2XM3), and medium and low frequencies M1XM3). Narrowband: improvement in hf intensity, harmonics definitions and trace regularity, NA in noise between low harmonics and hf (M1XM2); improvement of hf intensity, in all vocal spectrogram and trace regularity, worsening in noise between harmonics, NA in low and hf noise, harmonics substitution for noise in all vocal spectrogram and low, medium and hf (M1XM3); NA in the presence of sub-harmonics (M1XM2XM3). Improvement in voice reference. Positive correlation between better voice and F3 intensity (wideband M1XM3), and harmonics substitution for noise in medium frequencies, definition and harmonics number (narrowband - M1XM3). **Conclusion:** FK generated noise reduction, increase of f0, vocal stability and harmonic energy. In general, hoarseness, asthenia, breathiness and instability positively correlated with *jitter*, shimmer, STD, SPI, vf0, vAm, NUV, DUV measures and negatively with frequency and VTI measures. The tension negatively correlated with *jitter* and SPI measures. There was an increase in hf intensity, F intensity and definition, trace regularity and harmonics definition. Better voice, according to F3 intensity, definition and number of harmonics and harmonics substitution for noise in medium frequencies.

Keywords: Voice. Phonation. Rehabilitation. Speech Acoustics.

LISTA DE TABELAS

Artigo de pesquisa 1

Tabela 1 – Comparação das medidas vocais acústicas de fonte glótica pelo MDVPA entre M1, M2 e M3.....	42
Tabela 2 – Comparação da avaliação vocal perceptivo-auditiva pela escala RASATI entre M1, M2 e M3.....	43
Tabela 3 – Correlação entre os parâmetros da RASATI e as medidas do MDVPA.....	43

Artigo de pesquisa 2

Tabela 1 – Autoavaliação vocal sobre o efeito global da técnica de FK.....	67
Tabela 2 – Modificações vocais acústicas na EBL entre M1, M2 e M3.....	67
Tabela 3 – Modificações vocais acústicas na EBE entre M1, M2 e M3	70
Tabela 4 – Correlação entre a autoavaliação vocal e as variáveis da EBL.....	72
Tabela 5 – Correlação entre a autoavaliação vocal e as variáveis da EBE	73

LISTA DE REDUÇÕES

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa
CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
FK – *Finger Kazoo*
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSM - Universidade Federal de Santa Maria
MDVPA - *Multi Dimension Voice Program Advanced*
RTS- *Real Time Spectrogram*
EBL - Espectrografia de Banda Larga
EBE - Espectrografia de Banda Estreita
ETVSO - Exercícios de Trato Vocal Semiocluido
fhi - f0 Máxima
flo - f0 Mínima
f0 - Frequência Fundamental
STD - Desvio-Padrão da f0
Jita - *Jitter* Absoluto
Jitt - *Jitter* Percentual
RAP - Média Relativa da Perturbação da Frequência
PPQ - Quociente de Perturbação do *Pitch*
sPPQ - Quociente de Perturbação do *Pitch* Suavizado
vf0 - Variação da f0
ShdB - *Shimmer* em dB
Shim - *Shimmer* Percentual
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 da Voz
SPI - Índice de Fonação Suave
DVB - Grau de Quebra da Voz
NVB - Número de Quebras Vocais
NUV - Número de Segmentos não Sonorizados

DUV - Grau de Segmentos não Sonorizados

DSH - Grau dos Componentes Sub-Harmônicos

NSH - Número de Segmentos Sub-Harmônicos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Voz normal	16
2.2 Reabilitação vocal e ETVSO	17
2.3 Análise vocal acústica.....	21
2.4 Avaliação vocal perceptivo-auditiva, RASATI e autoavaliação vocal	27
3 ARTIGO DE PESQUISA	33
3.1 Resumo.....	33
3.2 Abstract	34
3.3 Introdução	35
3.4 Materiais e Métodos.....	36
3.5 Resultados	42
3.6 Discussão.....	45
3.7 Conclusão	51
3.8 Referências	51
4 ARTIGO DE PESQUISA	57
4.1 Resumo.....	57
4.2 Abstract	58
4.3 Introdução	59
4.4 Materiais e Métodos.....	60
4.5 Resultados	67
4.6 Discussão.....	74
4.7 Conclusão	79
4.8 Referências	80
5 DISCUSSÃO GERAL	85
6 CONCLUSÃO GERAL	97
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	99
APÊNDICÊS	107
ANEXOS	115

1 INTRODUÇÃO

A voz tem um papel fundamental na comunicação e no relacionamento humano. Ela enriquece a transmissão da mensagem articulada, acrescentando à palavra o conteúdo emocional, a entonação e a expressividade, de modo que os seres humanos são reconhecidos e identificados através das características vocais (MORRISON, RAMMAGE, 1994; BEHLAU, 2004; NUNES *et al.*, 2009; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; CÔRTEZ, GAMA, 2010; GAMA *et al.*, 2011).

Por outro lado, todo ser humano com quadro de disfonia, ocasionada por etiologias diversas, perde, em diferentes escalas, esse reconhecimento e a identificação pelo aparecimento de novas características em sua voz (VICCO, SANTOS, GONÇALVES, 2009; CÔRTEZ, GAMA, 2010). A disfonia existe quando a qualidade vocal, *pitch* (sensação de frequência) e/ou *loudness* (sensação de pressão sonora ou amplitude) de uma pessoa diferem de seus pares em idade, gênero, cultura e localização geográfica. Em outras palavras, quando as propriedades da voz são tão desviantes que chamam a atenção para o falante, um distúrbio vocal pode estar presente (STEMPLE, GLAZE, KLABEN, 2000; BEHLAU, 2004; GAMA *et al.*, 2011).

A reabilitação fonoaudiológica tem o objetivo de oferecer ao paciente a melhor voz possível, adequada a suas atividades sociais e profissionais (BEHLAU, 2008). Para isso, o fonoaudiólogo dispõe de uma série de técnicas vocais, cada uma com finalidades específicas, podendo provocar mudança na qualidade vocal, reestruturação do padrão vocal alterado e/ou favorecer um novo ajuste muscular (MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; SCHWARZ, CIELO, 2009; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010). Ainda, o fonoaudiólogo deve ter conhecimento da terapia proposta, estando ciente das vantagens e desvantagens de cada técnica selecionada (BEHLAU, 2008; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010).

A conduta fonoaudiológica para pacientes na área de voz é bastante ampla, englobando prevenção, reabilitação e/ou aperfeiçoamento vocal. Com o entendimento da anatomia laríngea e da fisiologia fonatória, é possível escolher as técnicas mais adequadas para o treinamento e a terapia vocal de cada paciente

(BEHLAU, 2004; ROMAN-NIEHUES, CIELO, 2010; D'ÁVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010).

O conhecimento e a atualização das técnicas vocais existentes e fisiologicamente mais equilibradas proporcionam a longevidade da voz, isso se torna um fator imprescindível nos trabalhos de aperfeiçoamento vocal (AYDOS, 2004).

Na literatura, encontra-se uma série de técnicas vocais disponíveis à utilização do fonoaudiólogo para os pacientes da área de voz. Dentre elas, o *finger kazoo* (FK), sendo a técnica eleita para a esta pesquisa. Tal técnica enquadra-se na categoria de exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO) os quais caracterizam pela oclusão parcial dos lábios, ocasionando certa resistência à saída do som. Também fazem parte dessa gama de técnicas a vibração de lábios ou língua, sons nasais (*humming*), fricativos, constrição labial, exercício do /b/ prolongado, firmeza glótica e fonação em tubos (BELE, 2005; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; GASKILL, QUINNEY, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011).

Muitos desses estudos foram realizados com a população feminina, possivelmente porque as mulheres buscam mais serviços de atenção à saúde (FINGER, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; ROMAN-NIEHUES, CIELO, 2010; D'ÁVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011). Mesmo mulheres com vozes normais ou adaptadas merecem atenção no que diz respeito à produção vocal, principalmente no caso de serem profissionais da voz, pois a necessidade de realização aperfeiçoamento vocal se deve ao fato de potencializar ao máximo suas capacidades vocais, evitando surgimento de disfonias. Nesses casos, na prática clínica, muitas vezes se lança mão de algum dos ETVSO, mesmo sem evidências científicas comprovadas.

A estreita constrição no trato vocal que ocorre nesse tipo de exercício aumenta a pressão glótica e supraglótica, o que tende a afastar as pregas vocais, reduzindo a força durante o impacto entre elas e os riscos de trauma à vibração (LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008). A técnica FK ainda melhora a autopercepção de todo o trato vocal, facilitando o monitoramento e a execução do exercício sem causar sobrecarga à glote (SAMPALIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008). Os ETVSO, de forma geral, têm sido muito utilizados com objetivo de proporcionar maior economia e eficiência vocal (TITZE, 2006; BEHLAU, 2008;

SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; GASKILL, QUINNEY, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011).

Com base no exposto, os objetivos gerais deste trabalho são correlacionar as modificações vocais acústicas e perceptivo-auditivas de fonte glótica e verificar e correlacionar as modificações vocais acústicas espectrográficas e os resultados da autoavaliação vocal antes, imediatamente após a execução do FK e após cinco minutos de silêncio absoluto, em indivíduos adultos do sexo feminino, sem queixas vocais e sem afecções laríngeas.

Esta dissertação está constituída por quatro capítulos, sendo o primeiro composto pela introdução geral. No segundo capítulo, consta a revisão de literatura, em que são apresentados os achados bibliográficos a respeito da técnica de FK e demais ETVSO. Também são abordados aspectos relacionados à reabilitação vocal, à análise vocal acústica e à perceptivo-auditiva e autoavaliação vocal.

No terceiro capítulo da dissertação, encontra-se um artigo original. Esse teve como objetivo verificar e correlacionar as modificações vocais acústicas e perceptivo-auditivas de fonte glótica antes, imediatamente após a execução do FK e o mesmo após cinco minutos de silêncio absoluto, em indivíduos adultos do sexo feminino, sem queixas vocais e sem afecções laríngeas.

No quarto capítulo, encontra-se outro artigo original. Esse procurou verificar e correlacionar as modificações vocais acústicas espectrográficas e os resultados da autoavaliação vocal antes, imediatamente após a execução do FK e após cinco minutos de silêncio absoluto, em indivíduos adultos do sexo feminino, sem queixas vocais e sem afecções laríngeas.

O primeiro e o segundo artigo, referentes ao terceiro e quarto capítulos, serão enviados para as revistas científicas *Journal of Voice* e *Journal of Speech, Language and Hearing Research* respectivamente. Os artigos já se encontram nas normas exigidas pelas revistas.

No quinto capítulo, são condensadas as discussões sobre os dados da pesquisa completa e, no sexto capítulo, são elencadas as conclusões gerais deste trabalho. Por fim, constam todas as referências bibliográficas utilizadas no presente trabalho, bem como os apêndices e anexos referenciados dentro da dissertação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Voz normal

A fonação é produzida na laringe, por meio da interação entre as pregas vocais com a corrente de ar transglótica, e posteriormente são modificadas no trato vocal pelos efeitos da ressonância, de modo que a voz é o resultado da interação entre a fonação glótica e a ressonância do trato vocal (RIBEIRO *et al.*, 2003; BEHLAU, 2004; NEMR *et al.*, 2005; TITZE, 2006; SOARES, BRITO, 2006; PINHO, PONTES, 2008; BEBER, CIELO, 2010; BRUM *et al.*, 2010).

O modelo fonte-filtro para a produção dos sons enfatiza as dimensões glóticas e supraglóticas responsáveis pela fonação. Com base nesse modelo, o som básico produzido pelas pregas vocais é considerado fonte. Após a produção, esse som passa por uma série de cavidades de ressonância que atuam como filtro (região supraglótica), que se ajustam como se fosse um alto-falante natural formado pela própria laringe, faringe, boca e nariz (SOARES, BRITO, 2006). As cavidades de ressonância têm efeito importante na distribuição espectral de energia acústica, modificando a fonação de diversas formas, reforçando ou abafando harmônicos ou, ainda, através da interrupção de fluxo de ar, resultando em sons consonantais (RIBEIRO *et al.*, 2003; BEHLAU, 2004; TITZE, 2006; IMAMURA, TSUJI, SENNES, 2006; TELES, ROSINHA, 2008; NUNES, 2009; MAGRI, STAMADO, CAMARGO, 2009; BEBER, CIELO, 2010).

A vibração das pregas vocais (fonte glótica) realiza a conversão da energia aerodinâmica em energia acústica. Sob comando nervoso, as pregas vocais são aduzidas, assumindo a posição fonatória. A partir dessa adução, se inicia o fenômeno vibratório que sofre influência do fluxo aéreo expiratório e do componente mioelástico da laringe. A atividade neuromuscular atua no controle de massa, tensão e elasticidades das pregas vocais (PINHO, PONTES, 2008).

Durante a adução glótica, a resistência das pregas vocais ao fluxo de ar aumenta a pressão subglótica, de modo que após o fluxo de ar vencer a resistência glótica e a pressão subglótica diminuir, diversas forças atuam para que a adução

ocorra novamente. Tais forças são: a elasticidade das pregas vocais (regulada pela musculatura intrínseca) e o efeito de *Bernoulli* (relação entre a velocidade de fluxo de ar e o estreitamento glótico, o que causa o efeito de sucção entre as pregas vocais) (PINHO, PONTES, 2008).

A resistência glótica é o primeiro nível a provocar descontinuidade da impedância na produção vocal (TITZE, 2006; CORDEIRO *et al.*, 2010) e pode variar conforme a força de adução, como no caso da voz comprimida, em que há forte adução das pregas vocais e baixo fluxo aéreo transglótico ocorre maior impedância. Na voz soprosa ocorre o inverso, há menor impedância (TITZE, 2006).

O segundo ponto de descontinuidade da impedância na produção da voz ocorre no trato vocal, referindo-se à relação entre a pressão acústica e o fluxo de ar resultante do trato vocal (TITZE, 2006; CORDEIRO *et al.*, 2010).

No caso do trato vocal, a impedância aumenta ao passo que ocorre estreitamento do seu diâmetro ou aumento do seu comprimento. Esses fenômenos podem ser observados em exercícios vocais que geram constrição anterior com os lábios semiocluídos, como é o caso das fricativas, ou alongamento do trato vocal como a fonação em tubos de ressonância que alongam artificialmente o trato vocal (STORY, LAUKKANEN, TITZE, 2000; TITZE *et al.*, 2002, BELE, 2005; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; GASKILL, QUINNEY, 2011; LAUKKANEN *et al.*, 2011).

A impedância gerada no trato vocal aumenta a pressão intraoral em relação à atmosférica, promovendo a ressonância retroflexa e a expansão de todo trato vocal, o que, por sua vez, influencia a vibração das pregas vocais, reduzindo a tensão e os impactos de colisão entre elas, bem como os riscos de trauma de vibração (maior interação entre fonte - filtro). Esse processo gera diferentes padrões acústicos (TITZE *et al.*, 2002; BEHLAU, 2004; TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; COSTA *et al.*, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011).

2.2 Reabilitação vocal e ETVSO

Aos pacientes com algum tipo de desordem na voz, indica-se a terapia vocal que objetiva proporcionar ao indivíduo disfônico uma produção vocal eficiente,

dentro de suas possibilidades. Dessa forma, visa-se à comunicação agradável ao cotidiano do paciente, bem como à voz hábil e funcional quando usada em âmbito profissional (COLTON, CASPER, LEONARD, 2010; CÔRTEZ, GAMA, 2010).

A base do trabalho fonoaudiológico com pacientes disfônicos constitui-se de abordagens envolvendo treinamento ou terapia vocal. Além disso, a terapia também engloba orientações quanto à higiene e aos cuidados com a saúde vocal e à psicodinâmica vocal (BEHLAU, 2008).

Entre as técnicas usadas para a terapia e para o treinamento vocal estão os ETVSO, dentre os quais se incluem a vibração de lábios ou língua, sons nasais (*humming*), fricativos, constricção labial, técnica do /b/ prolongado, firmeza glótica e fonação em tubos (LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008, FINGER, CIELO, 2009; ROMAN-NIEHUES, CIELO, 2010; GASKILL, QUINNEY, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011).

A técnica de FK também é um ETVSO, na qual há a oclusão parcial dos lábios e certa resistência à saída do som, melhorando a percepção de todo o trato vocal e otimizando as sensações internas (SAMPALIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008). Desse modo, facilita-se, ainda, o controle e a execução do exercício sem causar sobrecarga à glote (TITZE, 2006).

A estreita constricção no trato vocal que ocorre nessa técnica aumenta a pressão supraglótica, elevando a pressão ao nível da glote. Isso leva ao afastamento das pregas vocais, reduzindo o impacto quando elas entram em contato medialmente. Em vez de hipertensão, o exercício tende a gerar equilíbrio entre a impedância da glote e impedância do trato vocal (TITZE *et al.*, 2002; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008).

Pesquisas apontam que os ETVSO têm sido comumente utilizados na clínica fonoaudiológica, objetivando maior economia e eficiência vocal (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011). A oclusão parcial dos lábios, como ocorre no caso do FK, promove a ressonância retroflexa e a expansão de todo trato vocal, facilitando a interação fonte-filtro, reduzindo os riscos de trauma de vibração (BEHLAU, 2004; TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011). Os ETVSO têm sido utilizados em casos de disfonias de aquecimento vocal e até mesmo em sujeitos com vozes normais, que visam à voz mais clara e sonora (TITZE *et al.*, 2002; TITZE,

2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN *et al.*, 2008; CORDEIRO *et al.*, 2011; GASKILL, QUINNEY, 2011).

Em estudo recente sobre as técnicas de FK e de fonação em tubos, encontrou-se melhora nos parâmetros vocais perceptivo-auditivos pós-fonação em canudo, enquanto no FK as emissões pré-exercício foram consideradas melhores. Entretanto, ambas as técnicas melhoraram as sensações vocais subjetivas. Houve, ainda, redução significativa da frequência fundamental (f_0) após a realização de ambas as técnicas, sendo que os demais parâmetros acústicos foram praticamente semelhantes pré e pós-exercícios (SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008).

Com utilização da técnica fonoterapêutica de vibração sonorizada de língua, um tipo de ETVSO, encontrou-se melhora significativa do tipo de voz, do foco vertical de ressonância, da qualidade vocal, com predomínio de sensações positivas referidas pelos indivíduos e manutenção dos parâmetros das imagens laríngeas (fechamento glótico, constrição do vestibulo laríngeo, amplitude e simetria de vibração das pregas vocais). Ainda, houve aumento significativo da f_0 , melhora dos aspectos espectrográficos e melhora da constrição medial do vestibulo, conforme o aumento do tempo de execução da técnica, indicando que tal técnica ocasiona modificações sobre a fonte glótica e sobre o filtro ressonantal (SCHWARZ, CIELO, 2009).

Outro estudo analisou os efeitos da técnica de vibração sonorizada de língua em mulheres adultas, sem afecções laríngeas, com tempo de execução de menos de três minutos e mais de três minutos. Verificou-se, após mais de três minutos de execução técnica, aumento significativo da f_0 e da Mf_0 , melhora significativa da vf_0 , da PPQ e da NHR. As sensações positivas predominaram em ambos os intervalos de tempo. Quanto à análise espectrográfica, não foram observadas diferenças consideráveis conforme o tempo de execução da técnica (ZIMMER, 2011).

Em estudo realizado com 30 sujeitos adultos (15 do sexo feminino e 15 do sexo masculino) sem queixas vocais e sem afecções laríngeas, verificaram-se os efeitos gerados com a técnica de vibração sonorizada de língua em relação ao tempo de execução dessa técnica, através das avaliações videolaringoestroboscópica, perceptivo-auditiva da voz e sensações subjetivas percebidas pelos indivíduos. A técnica foi realizada em quatro etapas, sendo a primeira com o tempo de execução de um minuto e as demais, de dois minutos. Constatou-se, na avaliação perceptivo-auditiva, que as mulheres apresentaram

modificações positivas mais acentuadas na voz, após o terceiro minuto, enquanto os homens, após o quinto minuto de execução. Pôde-se perceber ainda que as sensações e sinais laringoscópicos negativos aumentaram proporcionalmente ao aumento do tempo da execução da técnica, em ambos os sexo (MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005).

Ainda em relação ao tempo de execução da técnica de vibração sonorizada de língua, realizou-se estudo com 27 mulheres que apresentavam nódulos vocais compondo o grupo de estudo (realizaram a técnica mencionada) e 10 mulheres compondo o grupo controle (realizaram um exercício placebo). As vozes foram gravadas para serem analisadas após um, três, cinco e sete minutos de execução da técnica ou exercício placebo. Verificou-se que o melhor momento foi considerado após cinco minutos de execução da técnica de vibração sonorizada de língua e que, após sete minutos, houve um aumento da tensão e queda na qualidade vocal (MENEZES *et al.*, 2011).

Para verificar o efeito do exercício de sopro sonorizado na voz de 33 indivíduos idosos, comparou-se a voz em três momentos distintos, sendo eles: após emissão regular do indivíduo; após um minuto de conversa espontânea e após o exercício, através das análises vocais perceptivo-auditiva e acústica. Verificou-se melhora da emissão após o exercício apenas quando comparada com a emissão regular na avaliação perceptivo-auditiva, mas, na autoavaliação vocal, a maioria dos idosos não observou modificações na voz (SIRACUSA *et al.*, 2011).

Um estudo verificou as modificações vocais ocasionadas pela técnica de fricativo sonoro /Z/ em 10 mulheres adultas sem afecções laríngeas, após a execução de duas séries de quinze repetições. Os efeitos foram comparados através das avaliações vocais perceptivo-auditiva, acústica da fonte glótica, espectrográfica, eletroglotográfica e autoavaliação vocal. Houve melhora significativa da voz na avaliação eletroglotográfica, no tipo de voz e na autoanálise vocal, além de melhora percentual na ressonância, mostrando que a técnica gerou maior influência no filtro vocal do que na fonte glótica (D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010).

Outro estudo realizado com três sujeitos com afecções laríngeas verificou os efeitos de um programa fonoterapêutico que incluiu orientações vocais, treino de respiração e da técnica de sons nasais, com um total de dezesseis sessões fonoaudiológicas de 30 minutos cada. Foi realizada análise vocal acústica e perceptivo-auditiva, mostrando que a terapia promoveu efeito positivo sobre a voz,

gerando melhora na vibração da onda mucosa das pregas vocais, adequação postural e do tipo respiratório; melhora da coordenação pneumoarticular; melhora do foco ressonantal, do tipo de voz, e da *loudness*; *pitch* e f_0 discretamente mais agudos; diminuição do ruído e da instabilidade vocais (ANDRADE, 2007).

Um estudo avaliou os efeitos de um programa de exercícios de aquecimento vocal em mulheres sem afecções laríngeas. Os sujeitos da pesquisa foram divididos em grupo estudo (40 sujeitos que realizaram o programa de exercícios durante 30 minutos) e o grupo controle (45 sujeitos que ficaram em repouso vocal durante 30 minutos). O programa de exercícios de aquecimento vocal incluiu alongamento cervical e bocejo, emitindo os sons das vogais, alguns ETVSO, como som basal, exercício de sopro e som agudo, vibração sonorizada de língua, exercícios de ressonância, escalas musicais ascendentes e descendentes e firmeza glótica. Para comparação dos resultados, foi usado o programa MDVP. O estudo mostrou que no grupo controle não houve diferença significativa antes e após o repouso, entretanto no grupo estudo houve melhora no desempenho vocal (com menor pressão sonora e maior alcance de frequência) e aumento significativo da f_0 após o programa de exercícios de aquecimento vocal (VAN LIERDE *et al.*, 2011).

2.3 Análise vocal acústica

Um procedimento complementar de avaliação vocal é a análise acústica, que consiste no processo não invasivo de extração e quantificação de padrões precisamente definidos do sinal vocal por instrumentos objetivos (BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002; NEMR *et al.*, 2005; VIEIRA, ROSA, 2006; MARTENS, VERSNEL, DEJONCKERE, 2007; CAPELLARI, CIELO, 2008; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; BEBER, CIELO, 2010; CÔRTEZ, GAMA, 2010; GAMA *et al.*, 2011; REHDER, BRANCO, 2011). A análise acústica possibilita representar o formato da onda sonora através do processamento de sinais e algoritmos, descrevendo quase que completamente a voz humana em termos acústicos (ARAÚJO *et al.*, 2002; BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002; SPEYER, 2008; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; BEBER, CIELO, 2010; GAMA *et al.*, 2011).

Essa análise começou a ser utilizada em maior escala no Brasil e na clínica fonoaudiológica na década de 1990, com o advento da tecnologia, tendo como objetivo quantificar e caracterizar o sinal sonoro, permitindo ao avaliador captar as alterações vocais precoces. É também um ótimo recurso para promoção e prevenção da saúde vocal, já que oferece dados normativos para diferentes realidades vocais, servindo como documentação vocal do diagnóstico e evolução da fonoterapia (BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002; TELES, ROSINHA, 2008; BEBER, CIELO, 2010; GAMA *et al.*, 2011).

Para a análise acústica da voz, geralmente é utilizada a vogal /a:/ (sinalização “:” após a vogal se refere à sustentação) por ser oral, central, baixa e aberta (CERVANTES, 2002; RIBEIRO *et al.*, 2003; FELIPPE, GRILLO, GRECH, 2006; VICCO, SANTOS, GONÇALVES, 2009), sendo que a vogal sustentada é preferida à fala encadeada (CÔRTEZ, GAMA, 2010). Tal análise fornece medidas que estão relacionadas ao padrão vibratório das pregas vocais, à forma do trato vocal e suas mudanças no tempo, sendo que sua interpretação varia com a idade, o sexo, o tipo de fonação e o treino vocal (BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002).

A análise acústica, apesar de sua precisão, não apresenta correlação exata com os aspectos biológicos ou perceptivo-aditivos da voz (BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002; NEMR *et al.*, 2005; BEHLAU, 2008). Sabe-se que as medidas de *jitter* e *shimmer* revelam perturbação na emissão vocal, por isso tendem a ser mais elevados em casos de distúrbios vocais. Apesar de as medidas de *jitter* relacionarem-se mais com aspereza, e as de *shimmer* com sopro, não é possível afirmar categoricamente que tais aspectos estão presentes frente o aumento dessas medidas e nem mesmo especificar o grau de alteração (discreta, moderada ou severa). Desse modo, a análise acústica deve ser aplicada com cuidado, como um complemento na avaliação, sem substituir a avaliação vocal perceptivo-auditiva (BEHLAU, 2008).

O *Multi Dimension Voice Program Advanced* (MDVPA) da *Kay Pentax*[®] é um programa de análise acústica da voz que calcula até 33 medidas da produção vocal, representando-as numérica e graficamente e comparando-as com valores normativos do próprio programa, conforme o sexo do indivíduo (DELIYSKI, 1993; RIBEIRO *et al.*, 2003; BEBER, CIELO, 2010). Diversos estudos usam como instrumento de avaliação a análise acústica, para avaliar o efeito de diversas técnicas vocais ou outros procedimentos terapêuticos (RIBEIRO *et al.*, 2003;

SCHWARZ, CIELO, 2009; ROMAN-NIEHUES, CIELO, 2010; PEREIRA *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011).

Em estudo que verificou a eficácia do uso de prótese de palato em sete pacientes disártricos, realizou-se análise vocal perceptivo-auditiva e acústica pré e pós-uso da prótese de palato através do programa MDVPA da *Kay Pentax*[®], analisando-se a média da f_0 , *jitter* absoluto (*jita*), *shimmer* em dB e NHR. Houve melhora significativa apenas para os resultados dos parâmetros perceptivo-auditivos, inteligibilidade e ressonância (RIBEIRO *et al.*, 2003).

Um estudo com 32 mulheres adultas que não apresentavam queixas vocais verificou o efeito imediato das técnicas vocais vibração de lábios e língua, som nasal e sobrearticulação. Foi utilizado o programa MDVP para realização da análise acústica, além de realizada análise vocal perceptivo-auditiva e laringoestroboscópica. Houve diminuição significativa do *jitter* e *shimmer*, melhora da impressão global da voz, rouquidão e estabilidade na vogal /ε/ e articulação na fala espontânea, além de melhora significativa no fechamento glótico e na movimentação muco-ondulatória das pregas vocais (PEREIRA *et al.*, 2011).

Outro estudo verificou o efeito de uma técnica vocal através da análise acústica (MDVP), desta vez referente a três séries de 15 repetições da técnica de som hiperagudo, em mulheres sem disфонia. Houve aumento das medidas de f_0 , que sugeriram modificação da frequência da voz e aumento das medidas de perturbação da f_0 , sugerindo o aumento da perturbação ciclo a ciclo da onda sonora possivelmente pela interferência na movimentação mucosa. Houve ainda diminuição das medidas de perturbação da amplitude, ruído, quebra de voz, irregularidade da voz e tremor, sugerindo diminuição do escape de ar à fonação pela melhora no fechamento glótico e maior estabilidade, porém nenhum dos resultados apresentou significância estatística (ROMAN-NIEHUES, CIELO, 2010).

Em trabalho com um grupo de dez portadores de Doença de Parkinson, utilizou-se análise acústica (programa *Voxmetria 2.4*) para comparar a voz dos pacientes antes e após a realização do método *Lee Silverman* de tratamento vocal, além da reavaliação seis meses após o término da terapia. Foram avaliados os seguintes parâmetros: f_0 , seu desvio-padrão, variabilidade da f_0 e pressão sonora. Os valores de f_0 foram compatíveis com os pares de mesmo sexo e idade na população idosa, a variabilidade da f_0 teve aumento significativo pós-tratamento, e

houve aumento da pressão sonora vocal pós-tratamento, mantendo-se tais resultados até a reavaliação (VICCO, SANTOS, GONÇALVES, 2009).

Realizou-se pesquisa comparativa entre os resultados da análise vocal perceptivo-auditiva e acústica de 25 pacientes com diagnósticos de cisto, sulco estria maior e sulco estria menor, relacionando-os ao tipo de coaptação glótica. Para a análise acústica (*Vox Metria* versão 1.1), consideraram-se os seguintes aspectos: número de harmônicos presentes no traçado; quantidade de harmônicos que ultrapassam os 3 KHz; quantidade de ruído acima de 3. Como resultados acústicos, as fendas fusiformes ântero-posteriores dos sulcos estria maior apresentaram menor quantidade de harmônicos e maior concentração de ruído na região aguda da espectrografia (VIEIRA, BIASE, PONTES, 2006).

A análise acústica permite, ainda, observar as características da fonte glótica e do filtro vocal por meio da espectrografia (BEBER, CIELO, 2010; CÔRTEZ, GAMA, 2010). Essa analisa a onda acústica em seus componentes básicos, refletindo os dados relativos à fonte glótica e à postura do trato vocal, bem como características de vogais e consoantes (BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002; SCHWARZ, CIELO, 2009; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010).

A espectrografia fornece uma representação tridimensional da voz e da fala num gráfico de dois eixos, em que, no eixo vertical, é representada a frequência, no eixo horizontal o tempo, e a variação da tonalidade do traçado (branco, cinza e preto) representa a pressão sonora (PINHO, CAMARGO, 2001; MARTENS, VERSNEL, DEJONCKERE, 2007; GAMA *et al.*, 2011; VALENTIM, CORTÊS, GAMA, 2011).

Apesar de ser considerada objetiva, a análise espectrográfica exige interpretação por parte do avaliador. Portanto, trata-se de uma análise perceptivo-visual, podendo sofrer influências da experiência do avaliador (GAMA *et al.*, 2011). Essa análise pode ser de dois tipos: com filtro de banda estreita e com filtro de banda larga (ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010).

O filtro de banda estreita refere-se à aplicação de filtros com faixa de frequência de análise situada entre 15 e 60 Hz. É uma análise lenta em sua resposta, mostrando com precisão as frequências dos componentes do sinal (os harmônicos e o padrão de entonação da onda sonora). Provê estrias dispostas horizontalmente, apontando para o eixo da frequência, cada uma correspondendo a um harmônico da emissão. Uma voz normal mostra harmônicos bem definidos e

regulares, enquanto vozes disfônicas apresentam harmônicos pouco definidos, fracos e/ou irregulares (PINHO, CAMARGO, 2001; BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002).

O filtro de banda larga consiste na aplicação de filtros com faixas de frequência de análise situadas entre 150 e 600 Hz. A representação mostra estrias dispostas verticalmente, apontando para o eixo do tempo (duração), evidenciando com exatidão os pontos de rápidas e refinadas mudanças temporais (os formantes) das posições que o trato vocal sofre durante a emissão, analisando, ainda, a periodicidade e a qualidade vocal (PINHO, CAMARGO, 2001; BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002).

Os formantes permitem a distinção de vários sons da língua. A disposição dos formantes na EBL tem relação direta com a conformação do trato vocal durante a produção do som analisado, principalmente com a movimentação de lábios, língua, palato mole e mandíbula, além da conformação das cavidades oral e faríngea decorrentes das diversas mobilizações desses articuladores (PINHO, CAMARGO, 2001).

Em caso de distúrbios vocais, identifica-se um sinal de ruído que pode substituir o sinal decorrente da fonte de voz, introduzindo índices de aperiodicidade ao sinal em trechos onde deveria predominar a periodicidade, fenômeno muito visível nas vogais. Tal sinal é identificado quando existe escape de ar glótico ou presença de ruído proveniente de irregularidades vibratórias das pregas vocais e é representado por chuviscos no fundo do traçado, que podem se mesclar aos indicativos de atividade periódica ou podem se concentrar em faixas específicas do gráfico. A característica marcante é a perda de nitidez do gráfico, o que dificulta a análise e a extração de várias medidas fornecidas automaticamente pelos programas de análise acústica (PINHO, CAMARGO, 2001).

Um estudo analisou as EBE das vozes de 67 indivíduos de ambos os sexos que foram submetidos à reabilitação vocal, através da emissão da vogal /a:/, antes e após a fonoterapia. Os itens para análise foram: forma do traçado espectrográfico, grau de escurecimento dos harmônicos, estabilidade do traçado dos harmônicos, presença de ruído, presença de harmônicos, presença de sub-harmônicos. Após a fonoterapia, constatou-se melhora significativa da estabilidade do traçado, presença de ruído, presença de harmônicos e presença de sub-harmônicos, não havendo relação entre o sexo e o grau de melhora espectrográfica (CÔRTEZ, GAMA, 2010).

O registro visual proveniente da análise da onda por meio da espectrografia sonora apresenta a distribuição da energia na frequência e no tempo, possibilitando a visualização da gravação do ruído. Ressalta-se que os componentes espectrais pertencentes às alterações vocais podem estar relacionados às diferentes qualidades vocais e às características de distribuição de energia acústica, sendo que o mesmo pode ocorrer na análise do efeito/eficácia das técnicas vocais (ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; VALENTIM, CORTÊS, GAMA, 2011).

Encontram-se na literatura alguns trabalhos que pesquisaram as modificações ocorridas na voz de mulheres com voz e laringe normais, após determinadas técnicas vocais. Zimmer, Cielo e Finger (2010), em estudo referente à fonação reversa, utilizaram espectrografia acústica de banda larga e de banda estreita, através do programa RTS, da *Kay Pentax*[®]. Finger e Cielo (2009) utilizaram a análise vocal acústica, através do *software Praat* (versão 4.6.10), considerando medidas de f_0 , de *Jitter*, de *Shimmer*, e medidas de ruído também para estudar a técnica de fonação reversa. Schwarz e Cielo (2009) utilizaram tanto a espectrografia de banda larga e de banda estreita, por meio do programa RTS, quanto a análise de fonte glótica, por meio do programa MDVPA, ambos da *Kay Pentax*[®], considerando as medidas de f_0 , proporção ruído-harmônico (NHR), quociente de perturbação do *pitch* (PPQ) e quociente de perturbação da amplitude (APQ).

Os estudos mencionados mostraram aumento significativo da definição do Formante 1 (ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010), aumento significativo da f_0 , da frequência máxima, aumento da maioria das medidas de *Jitter*, diminuição significativa da frequência mínima, das medidas de *Shimmer*, da relação ruído/harmônico (NHR) e da relação harmônico/ruído (HNR) (FINGER, CIELO, 2009), aumento da significativo da f_0 e melhora significativa da intensidade dos formantes, pressão sonora em todo espectrograma vocal, definição dos formantes, e regularidade do traçado na EBL e melhora significativa da regularidade do traçado na EBE (SCHWARZ, CIELO, 2009).

O trabalho de Nemr *et al.* (2005) relacionou os resultados da avaliação vocal perceptivo-auditiva, análise acústica espectrográfica e avaliação laringoscópica de 29 indivíduos. A análise vocal perceptivo-auditiva foi feita por meio da escala RASAT, e a análise espectrográfica, por meio do programa *Gram 5*, ambas com base na emissão da vogal /a:/. As espectrografias foram analisadas por duas fonoaudiólogas que observaram a regularidade geral do traçado, qualidade do

registro dos harmônicos, presença de interrupções, modulações e bifurcações, número de harmônicos, presença de ruído entre os harmônicos e substituição de harmônicos por ruído. Os resultados da análise perceptivo-auditiva foram concordantes com a análise acústica em 62% dos casos, mas a análise perceptivo-auditiva mostrou relação significativa com os achados laringoscópicos, sendo que 77% dos sujeitos apresentaram alterações em ambas, o que mostra a confiabilidade da escala RASAT de avaliação de fonte glótica para a detecção de alteração em nível glótico.

Embora seja uma análise complementar à avaliação vocal perceptivo-auditiva, alguns autores tentam correlacionar os dados espectrográficos aos diversos tipos de vozes (MARTENS, VERSNEL; DEJONCKERE, 2007; CÔRTEZ, GAMA, 2010). Relaciona-se a rouquidão à substituição do traçado por ruído, podendo haver cancelamento total dos harmônicos, sinal característico de aperiodicidade de vibração das pregas vocais. Na voz soprosa, observa-se energia reduzida nas altas frequências, com harmônicos fracos e com presença de ruído entre eles. A qualidade vocal instável caracteriza-se por perturbação na forma da onda. Há quebras de frequência, quando se verificam alterações abruptas no traçado da f_0 . Interrupções abruptas no registro são características de quebras de sonoridade (MARTENS, VERSNEL; DEJONCKERE, 2007; CÔRTEZ, GAMA, 2010).

2.4 Avaliação vocal perceptivo-auditiva, RASATI e autoavaliação vocal

A avaliação fonoaudiológica mostra-se um instrumento eficaz para a análise dos distúrbios vocais. Existem várias formas de avaliação vocal, sendo que uma das mais preconizadas na clínica fonoaudiológica é a análise perceptivo-auditiva, considerada padrão-ouro para a avaliação da qualidade vocal (NEMR *et al.*, 2005; MARTENS, VERSNEL, DEJONCKERE, 2007; SPEYER, 2008; REHDER, BRANCO, 2011; GAMA *et al.*, 2011).

A avaliação perceptivo-auditiva da voz, apesar de ser considerada subjetiva, é um referencial para o fonoaudiólogo, pois averigua o progresso do tratamento instituído, facilita a compreensão da fisiologia dos órgãos da voz, direciona a terapia fonoaudiológica, sensibiliza o indivíduo quanto a sua necessidade de mudança de

comportamento e auxilia o esclarecimento de fatores causais da desordem (BEHLAU, 2004; NEMR *et al.*, 2005; SOARES, BRITO, 2006; CÔRTEZ, GAMA, 2010; GAMA *et al.*, 2011).

Os itens normalmente avaliados são: tipo de voz, foco de ressonância, *pitch*, *loudness*, modulação de altura e de amplitude, coordenação pneumofonoarticulatória. Medidas fonatórias, como os tempos máximos de fonação (TMF), podem fornecer dados referentes à qualidade vocal, mas são medidas objetivas (BEHLAU, 2008). A avaliação vocal perceptivo-auditiva precede a conclusão da existência ou não de uma disfonia e sua confiabilidade depende da experiência prévia do analisador, o que reduz o grau de subjetividade (SOARES, BRITO, 2006; MARTENS, VERSNEL, DEJONCKERE, 2007).

A escala de avaliação vocal perceptivo-auditiva GRBAS (*Grade, Rough, Breath, Asthenic, Strain*) foi criada em 1969, pelo Comitê para Testes de Função Fonatória da Sociedade Japonesa de Logopedia e Foniatria (SJLF), essa escala avalia o grau da disfonia, empregando uma escala de quatro pontos, em que “0” significa ausência de alteração, “1” alteração discreta, “2” alteração moderada e “3” alteração intensa. *Grade* diz respeito ao grau geral da alteração captada pelo ouvinte, *Rough* engloba a rouquidão, crepitação, bitonalidade e aspereza, *Breath* indica a soproiedade, *Asthenic* está relacionado com a fraqueza vocal, perda de potência e energia vocal reduzida, *Strain* indica a impressão de hiperfunção vocal (BEHLAU, 2008; REHDER, BRANCO, 2010).

A escala GRBAS foi modificada por Dejonckere *et al.* (1996) que incluíram o parâmetro instabilidade. Com isso, a escala passou a ser GIRBAS ou GRBASI (REHDER, BRANCO, 2010).

Devido à necessidade de adaptação de termos para o nosso país, foi proposta por Pinho e Pontes (2002) a sigla RASAT (R: rouquidão; A: aspereza; S: soproiedade; A: astenia). Nessa nova escala, a classificação de quatro pontos da escala GRBAS permaneceu a mesma.

Na literatura, encontram-se vários estudos que utilizam escalas de avaliação de fonte glótica para avaliação vocal perceptivo-auditiva da voz, por serem rápidas, compactas e confiáveis, além de centrarem-se no nível laríngeo (GASPARINI, DIAFÉRIA, BEHLAU, 2003; BEHLAU, 2004; NEMR *et al.*, 2005; VIEIRA, BIASE, PONTES, 2006; CAPELLARI, CIELO, 2008; VICCO, SANTOS, GONÇALVES, 2009; GAMA *et al.*, 2011).

Utilizou-se a escala GRBASI para avaliar a concordância inter e intra-avaliador, contando com seis fonoaudiólogas juízas com experiência na área de voz, com base na emissão da vogal /a:/ e de fala automática. As avaliações ocorreram em dois momentos distintos, com intervalo de dois meses: no primeiro, foram somente julgadas as emissões, e, no segundo, as emissões foram julgadas simultaneamente à apresentação dos traçados espectrográficos correspondentes, sendo posteriormente testada a concordância intra e interavaliador para a análise perceptivo-auditiva com e sem o traçado espectrográfico. Não houve diferença significativa entre as avaliações perceptivo-auditivas inter-sujeitos com e sem a leitura espectrográfica. Entretanto, houve aumento da concordância intersujeito para as variáveis G, R, B e S; e não houve diferença significativa entre as avaliações perceptivo-auditivas intra-sujeitos com e sem o apoio visual do espectrograma, mas houve aumento da concordância intraavaliadores após a apresentação do estímulo visual, para as variáveis G, B e I, sugerindo que a espectrografia reforça a avaliação perceptivo-auditiva (GAMA *et al.*, 2011).

Uma pesquisa que comparou os resultados das análises vocais perceptivo-auditiva. Usando a escala RASAT e acústica espectrográfica da emissão da vogal /a:/ de 25 pacientes com alterações estruturais mínimas da cobertura das pregas vocais, observou-se, em termos perceptivo-auditivos, que o sulco estria menor ocasionou mais rouquidão, e o sulco estria maior gerou mais aspereza e tensão do que as demais alterações (VIEIRA, BIASE, PONTES, 2006).

Um estudo mostrou que a escala RASAT apresenta-se altamente concordante com a avaliação laringológica (telelaringoscopia), isso mostra que a mesma pode ser capaz de identificar afecções laríngeas (NEMR *et al.*, 2005).

Alguns trabalhos, além dos resultados de avaliações vocais, perceptivo-auditiva ou acústica, abordam a autopercepção vocal referidas pelos sujeitos, principalmente quando se referem ao efeito de determinada técnica fonoterapêutica. A pesquisa da autopercepção vocal gerada pelas técnicas vocais é importante, visto que, em uma terapia vocal, se o paciente perceber resultados positivos através de suas sensações, provavelmente aumentará sua motivação e aderência ao tratamento (D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010).

Schwarz e Cielo (2009), em pesquisa sobre a técnica fonoterapêutica de vibração sonorizada de língua, aplicaram um questionário para avaliar as sensações desagradáveis, como dor e garganta arranhada, bem como as sensações positivas

decorrentes da execução da técnica, por exemplo, voz mais solta, melhora para falar, melhor projeção da voz, considerando a sensação de pigarro como positiva, pois sugeria liberação de muco que recobre as pregas vocais, em função da realização da técnica estudada. Neste trabalho, houve significância das sensações positivas após a técnica.

Em outro estudo também sobre a vibração sonorizada de língua, os participantes responderam a um questionário aberto referente a quaisquer sensações negativas que tivessem sentido ao longo da execução da técnica ou após. As sensações mais relatadas foram secura na boca, dificuldade para fazer o exercício, garganta seca, corpo estranho na garganta, seguidas de sensação de parestesia da língua, odinofagia, dor na garganta e pigarro. Tanto homens quanto mulheres apresentaram aumento gradual das sensações negativas, conforme aumentava o tempo de execução da técnica (MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005).

Referente à técnica de vibração sonorizada de língua, em um estudo, os sujeitos apontaram as seguintes sensações: voz mais solta, melhora para falar, melhor projeção vocal, melhora na qualidade da voz, eficiência na execução do /a:/ prolongado, articulação mais solta, voz com mais timbre, voz limpa, maior leveza para falar, melhora na fluência, maior tempo de extensão vocal e sensação de relaxamento. Alguns ainda relataram aumento de secreção na garganta e pigarro (ZIMMER, 2011).

Após a realização da técnica vocal de fonação reversa, abordaram-se aspectos referentes às sensações vocais dos indivíduos, isso foi realizado por meio de um questionário fechado referente às sensações desagradáveis percebidas, como tontura, desconforto laríngeo, diminuição do tempo máximo de fonação (tempo mais “curto” ou mais “comprido” do /a:/), ressecamento, cansaço, dentre outras, e sensações positivas decorrentes da execução da técnica, como voz mais solta, melhor projeção da voz e melhora para falar, considerando a sensação de pigarro como positiva devido à intensa mobilização mucosa gerada pela técnica. Houve significância das sensações positivas após a técnica (FINGER, CIELO, 2009).

A autoavaliação, que foi realizada pelos sujeitos em um estudo com a técnica fonoterapêutica de som de apoio fricativo sonoro /ʒ/, mostrou que a maioria significativa do grupo considerou sua voz melhor, enquanto apenas 10% não perceberam, modificações e 10% acharam que a voz piorou. Dentre as sensações positivas mencionadas, estavam voz mais limpa e clara, com maior facilidade de

produção, menos “tremida”, mais regular, “forçando menos a emissão” e “conseguindo manter mais a voz” (D´AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010).

Em pesquisa de Sampaio, Oliveira e Behlau (2008), referente às técnicas FK e fonação em tubos, cada participante realizou a autoavaliação vocal respondendo a um protocolo dirigido, contendo questões referentes a mudanças positivas na voz (voz mais forte, mais clara, mais fácil, falar mais fácil, músculos mais soltos, voz mais estável), mudanças negativas na voz (voz mais difícil, mais fraca, mais suja), *pitch* (voz mais grossa, mais fina, boca ou garganta seca, cansaço, ruído na voz) e avaliação geral do efeito dos exercícios (melhora, piora ou sem efeito). Esta autoavaliação vocal mostrou que os efeitos positivos predominaram sobre os negativos nas duas técnicas, sem diferença estatisticamente significativa entre as mesmas. A percepção de voz mais grave foi relatada após as duas técnicas, com maior ocorrência na fonação em tubos (SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008).

3 ARTIGO DE PESQUISA

Finger Kazoo: modificações vocais acústicas e perceptivo-auditivas de fonte glótica

FINGER KAZOO: ACOUSTIC-VOCAL AND AUDITORY PERCEPTION VOCAL CHANGES OF GLOTTAL SOURCE

3.1 Resumo

Objetivo: Correlacionar medidas vocais acústicas e perceptivo-auditivas de fonte glótica após o *finger kazoo* (FK). **Método:** Análise da vogal /a:/ de 46 mulheres adultas sem queixas vocais ou afecções laringeas pelo *Multi Dimensional Voice Program Advanced*[®] e escala RASATI, antes (M1) e após (M2) três séries do FK e cinco minutos após silêncio (M3). Teste *Kappa*, *Friedman*, *Wilcoxon* e *Spearman*. **Resultados:** Aumento significativo da frequência fundamental (f0), redução da variação de amplitude (vAm) e grau de sub-harmônicos (DSH) em M2. RASATI sem significâncias. Correlações positivas significativas: desvio-padrão f0 (STD) com sopro e astenia; medidas de *jitter*, variação de frequência (vf0) e índice de fonação suave (SPI) com rouquidão, sopro, astenia e instabilidade; medidas de *shimmer* e vAm com rouquidão e sopro; vAm com astenia; grau e número de segmentos não sonorizados (DUV e NUV) com sopro; STD, *jita*, SPI, quociente de perturbação do *pitch* suavizado (sPPQ), quociente de perturbação da amplitude suavizado (sAPQ), vf0 e vAm com instabilidade. Correlações negativas significativas: índice de turbulência (VTI) com astenia; medidas de *jitter* e SPI com tensão; f0 mais aguda (fhi), f0 mais grave (flo) e f0 com rouquidão e sopro; instabilidade com flo. **Conclusões:** O FK gerou redução do ruído, aumento da f0, da estabilidade vocal e da energia harmônica. No geral, rouquidão, astenia, sopro e instabilidade correlacionaram-se positivamente com medidas de *jitter*, *shimmer*, STD, SPI, vf0, vAm, NUV, DUV e negativamente com as medidas de frequência e VTI. A tensão correlacionou-se negativamente com as medidas de *jitter* e SPI.

Palavras-Chave: Voz. Fonação. Reabilitação. Acústica da fala.

3.2 Abstract

Objective: To correlate acoustic-vocal and glottic source auditory perception measures after finger kazoo (FK). **Method:** Analysis of the vowel /a:/ from 46 adult women without vocal complaints or laryngeal alterations through the *Multi Dimensional Voice Program Advanced*® and RASATI scale, before (M1) and after (M2) three series of FK and five minutes after silence (M3). *Kappa, Friedman, Wilcoxon* and *Spearman* tests. **Results:** Significant increase in fundamental frequency (f0), reduction of amplitude variation (vAm) and degree of sub-harmonics (DSH) in M2. No differences in the RASATI parameters. Significant positive correlations: standard deviation of the f0 (STD) with breathiness and asthenia; measures of jitter, frequency variation (vf0) and soft phonation index (SPI) with hoarseness, breathiness, asthenia, and instability; measures of shimmer and vAm with hoarseness and breathiness; vAm with asthenia; degree and number of unvoiced segments (NUV and DUV) with breathiness; STD, jita, SPI, smoothed pitch perturbation quotient (sPPQ), smoothed amplitude perturbation quotient (sAPQ), vf0 and vAm with instability. Significant negative correlations: voice turbulence index (VTI) with asthenia; measures of jitter and SPI with tension; higher f0 (fhi), lower f0 (flo) and f0 with hoarseness and breathiness; instability with flo. **Conclusions:** FK generated noise reduction, f0 increase, greater vocal stability and increase of harmonic energy. In general, hoarseness, asthenia, breathiness and instability positively correlated with jitter, shimmer, STD, SPI, vf0, vAm, NUV, DUV measures and negatively with frequency and VTI measures. The tension negatively correlated with jitter and SPI measures

Key Words: Voice. Phonation. Rehabilitation. Speech Acoustics.

3.3 Introdução

A qualidade vocal, avaliada perceptivo-auditivamente, permite inferir as condições laríngeas anátomo-fisiológicas, sendo a forma de avaliação mais preconizada na área de voz, considerada padrão-ouro (MARTENS, VERSNEL, DEJONCKERE, 2007; GAMA *et al.*, 2011). Apesar de ser referida por alguns autores como subjetiva, a análise vocal perceptivo-auditiva é um referencial na terapia fonoaudiológica (BEHLAU, 2004; GAMA *et al.*, 2011). A RASATI, adaptação da GRBASI, configura-se como uma escala de avaliação perceptivo-auditiva de rápida aplicação, compacta e confiável, além de centrar-se no nível laríngeo (PINHO, PONTES, 2002, BEHLAU, 2004; GAMA *et al.*, 2009).

Durante a produção vocal, ocorrem ciclos glóticos que não são iguais, podendo ocorrer perturbações de longo ou de curto termo no decorrer desses ciclos. As perturbações de longo termo são perceptíveis ao ouvido humano e são possíveis de serem detectadas na avaliação vocal perceptivo-auditiva. Já as perturbações de curto termo não são detectadas pela orelha humana, sendo possível sua verificação apenas através de análise vocal acústica computadorizada (BEHLAU, 2008). Mesmo vozes consideradas normais ou adaptadas apresentam certo grau de perturbação.

Além dos indivíduos que apresentam patologias laríngeas ou disfonias funcionais, aqueles que não apresentam problemas vocais ou laríngeos também merecem atenção para a prevenção de distúrbios ou o aperfeiçoamento vocal para melhorar e potencializar sua *performance* (FINGER, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; ROMAN-NIEHUES, CIELO, 2010; ZIMMER, 2011). Dentre as técnicas vocais usadas na fonoterapia e no aperfeiçoamento vocal, estão os exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO), em que se incluem as técnicas de vibração de lábios ou língua, sons de apoio nasais, fricativos, constrição labial, exercício do /b/ prolongado, *humming*, firmeza glótica, fonação em tubos e, finalmente, a técnica de *finger kazoo* (FK), eleita para este estudo (LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; GASKILL, QUINNEY, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011).

Essas técnicas têm em comum o fato de apresentarem certa resistência à saída do som através da semioclusão do trato vocal, o que tende a melhorar a percepção da produção vocal, otimizando as sensações internas (SAMPAIO,

OLIVEIRA, BEHLAU, 2008). Além disso, tal resistência gera ressonância retroflexa, o que diminui o contato medial entre as pregas vocais, gerando uma fonação mais econômica que possibilita a mesma produção vocal com menor esforço e maior eficiência sem causar sobrecarga à glote e com maior absorção do impacto gerado durante a fonação (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; COSTA *et al.*, 2011). Essa descrição sugere que tais técnicas também podem ser usadas por profissionais da voz com laringe sem afecções para promover aperfeiçoamento vocal.

O presente trabalho tem como objetivo correlacionar as medidas vocais acústicas e perceptivo-auditivas de fonte glótica ocorridas antes, imediatamente após a execução da técnica fonoterapêutica de FK e após cinco minutos de silêncio absoluto, em mulheres adultas, sem queixas vocais e sem afecções laríngeas.

3.4 Materiais e Métodos

A pesquisa caracterizou-se por ser um estudo observacional transversal analítico de caráter quantitativo, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição de origem (016945/2010-76). Os participantes receberam os esclarecimentos necessários sobre o estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), como recomenda a norma 196/96 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa.

A população-alvo constituiu-se dos sujeitos que buscaram o setor de voz de uma clínica-escola de Fonoaudiologia para aperfeiçoamento vocal, no período de junho de 2010 a junho de 2011. Para a constituição da amostra, foram estabelecidos critérios de inclusão e de exclusão.

Os critérios de inclusão foram: adesão ao TCLE; sexo feminino pelo maior número de estudos envolvendo mulheres e maior facilidade de captação de voluntários (SAMPALIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; TELES, ROSINHA, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; BRUM *et al.*, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011); idades entre 18 e 40 anos, evitando as alterações hormonais e estruturais típicas do envelhecimento e as alterações do período da muda vocal (BEHLAU, 2004;

CERCEAU *et al.*, 2006; ALVES, GAMA, 2009; FINGER, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; GAMA, ALVES, CERCAU, TEIXEIRA, 2009; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; BROCKMANN *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011); fechamento glótico completo ou presença de fenda triangular posterior, por não representar impacto negativo sobre a fonação (BEHLAU, 2004; FINGER, CIELO, 2009; ZIMMER, 2011).

Os critérios de exclusão foram: queixas vocais, pois poderiam sinalizar distúrbios vocais orgânicos ou funcionais (PINHO, 2003; BRUM, 2006; BEHLAU, 2008; FINGER, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; BRUM *et al.*, 2010; COLTON, CASPER, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011); diagnóstico otorrinolaringológico de afecção laríngea (PINHO, 2003; TELES, ROSINHA, 2008; BEHLAU, 2008; COLTON, CASPER, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; VAN LIERDE *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011); histórico de doenças neurológicas (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; VAN LIERDE *et al.*, 2011), endocrinológicas, psiquiátricas, gástricas ou respiratórias, que pudessem influenciar a *performance* vocal ou o entendimento das ordens durante as avaliações (PINHO, 2003; BEHLAU, 2004; BEHLAU, 2008; FINGER, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; COLTON, CASPER, 2010; COSTA *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011); gravidez ou estar em período menstrual ou pré-menstrual; gripe e/ou alergias respiratórias, porque podem causar edema nas pregas vocais (FINGER, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011) ou relato de outra doença que pudesse limitar o desempenho na execução da técnica FK e nas avaliações no dia da coleta de dados; hábitos de etilismo e/ou tabagismo (PINHO, 2003; TELES, ROSINHA, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; FINGER, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; BRUM *et al.*, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; BROCKMANN *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011); ter realizado tratamento fonoaudiológico e/ou otorrinolaringológico prévios, para descartar a possibilidade de que o sujeito tivesse qualquer distúrbio vocal (mesmo já tratado) ou condicionamento vocal devido a tratamento ou treinamento; ser cantor ou cantar em coros periodicamente (no mínimo, uma vez na semana), a fim de evitar que o sujeito já possuísse noções de técnicas vocais ou voz treinada (VAN LIERDE *et al.*, 2011); conhecimento da técnica vocal estudada; perda auditiva, em função do automonitoramento vocal (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; FINGER, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009;

D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; BROCKMANN *et al.*, 2011; VAN LIERDE *et al.*, 2011); alterações do sistema estomatognático que pudessem interferir na execução da técnica ou na emissão da vogal sustentada (BEHLAU, 2008; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; COLTON, CASPER, LEONARD, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011); inabilidade de realização da técnica FK (ZIMMER, 2011).

Para aplicação dos critérios de inclusão e de exclusão, realizou-se anamnese (CERCAU, ALVES, GAMA, 2008; ZIMMER, 2011); avaliação otorrinolaringológica, incluindo inspeção visual da laringe; avaliação do sistema estomatognático e suas funções e triagem auditiva por meio de varredura dos tons puros pela via aérea nas frequências de 500, 1000, 2000, 4000Hz a 25 dB, em cabine acusticamente tratada, com audiômetro modelo *Fonix FA 12 Digital* (FINGER, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011).

Dos 58 voluntários, foram excluídos: na entrevista, um por estar em período menstrual no dia das avaliações, um por ser cantor e dois por serem homens; na avaliação otorrinolaringológica, um por diagnóstico de edema de pregas vocais, um de *microweb*, um de sulco vocal, um de nódulos vocais, e três por não comparecerem a essa avaliação; na triagem auditiva, um por apresentar alteração. Dessa forma, a amostra constituiu-se de 46 mulheres adultas, com idades entre 18 e 39 anos (média 23,2 anos), que foram cegadas em relação aos objetivos da pesquisa e à técnica que realizariam.

No primeiro momento da coleta de dados, solicitou-se à voluntária que, em posição ortostática, emitisse a vogal /a:/ (M1) (PINHO, CAMARGO, 2001; MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; MARTENS, VERSNEL, DEJONCKERE, 2007; SCHWARZ, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; GAMA *et al.*, 2009; BRUM *et al.*, 2010; MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; BROCKMANN *et al.*, 2011; GASKILL, QUINNEY, 2011; ZIMMER, 2011), captada com gravador digital profissional da marca *Zoom* modelo H4n (microfone condensador *stereo*, unidirecional, 96KHz, 16 *bits*, 50% do nível de gravação do sinal de entrada), fixado em pedestal, em ângulo de 90° e com distância de quatro centímetros entre o microfone e a boca (BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002; MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; BEHLAU, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; GAMA *et al.*, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; BRUM *et al.*, 2010; ZIMMER, 2011). As vozes foram gravadas em sala

acusticamente tratada, com nível de ruído ambiental inferior a 50 dBNPS, verificado através de medidor de nível de pressão sonora (*Instrutherm*, Dec- 480) (BEHLAU, 2008; CERCAU, ALVES, GAMA, 2008; GAMA *et al.*, 2009).

Para respeitar-se a variação individual da capacidade vital e da coordenação pneumofonoarticulatória, prevenindo a fadiga vocal, a emissão da vogal /a:/ e as repetições da técnica FK foram realizadas em tempo máximo de fonação (FINGER, CIELO, 2009; BRUM *et al.*, 2010; MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; CORDEIRO *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011).

As participantes produziram três séries de 15 repetições da técnica FK, e cada tempo máximo de fonação (sustentação do FK) foi considerado como uma repetição. Entre cada série, houve repouso passivo de 30 segundos, durante o qual permaneceram sentadas e em silêncio absoluto (SAXON, SCHNEIDER, 1995; BEHLAU, 2008; FINGER, CIELO, 2009; SCHWARZ, CIELO, 2009; BRUM *et al.*, 2010; ZIMMER, 2011).

A técnica foi demonstrada e monitorada por fonoaudióloga. Assim verificou-se as condições de realização de cada participante conforme o modelo, afim de que todos executassem a técnica corretamente e de forma similar (MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, 2009; BRUM *et al.*, 2010; VAN LIERDE *et al.*, 2011).

As participantes foram instruídas a produzir um sopro sonorizado, com os lábios arredondados e protruídos, como na emissão de /u:/, em *pitch* e *loudness* habituais, sem inflar as bochechas, com a língua relaxada e abaixada, posicionando o dedo indicador verticalmente sobre os lábios, tocando-os levemente, sem pressioná-los, com o mesmo gesto usado para pedir silêncio. Durante essa emissão, devia-se ouvir um ruído secundário de fricção, correspondente ao fluxo de ar em contato com o dedo indicador (MORRISON, RAMMAGE, 1994; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008).

Durante a técnica, as participantes permaneceram sentadas, com os pés apoiados no chão, coluna ereta, sem deslocamento cervical, com ângulo de 90° entre o queixo e o pescoço, sem aumento da contração muscular de cintura escapular e região supra-hioidea, mantendo o ritmo constante entre uma repetição e outra, sem fazer uso da reserva expiratória. Ainda, deveriam fazer uso da respiração costo-diafragmáticoabdominal e evitar a flutuação ou variabilidade de *pitch* e/ou *loudness* (BEHLAU, 2004; MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; BEHLAU, 2008;

SCHWARZ, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, 2009; BRUM *et al.*, 2010; COLTON, CASPER, LEONARD, 2010; ZIMMER, 2011).

Permitiu-se a ingestão de 250 ml de água (MCHENRY, JOHNSON, FOSHEA, 2008), considerando-se o possível ressecamento do trato vocal que ocorre com aumento do fluxo aéreo. No entanto não interferiu no nível glótico até o momento da coleta da última emissão vocal, pelo fato de a água chegar à laringe de forma sistêmica, não interferindo nos resultados da pesquisa (BEHLAU, 2008; FINGER; CIELO, 2009).

Imediatamente após a realização das séries da técnica, sem produzir qualquer outra emissão vocal, foi realizada a segunda coleta da vogal /a:/ (M2) nas mesmas condições de M1. Após cinco minutos de silêncio absoluto em posição sentada, realizou-se a última coleta da vogal /a:/ (M3) (SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008, LAUKKANEN *et al.*, 2011).

Para a análise acústica da voz, eliminou-se o ataque vocal da vogal /a:/ e descartou-se o final da emissão para que, assim como o ataque vocal, os decréscimos de amplitude e de frequência comuns em emissões prolongadas não interferissem na análise dos dados. A partir disso, padronizou-se o intervalo de quatro segundos para a janela de análise (correspondente ao menor tempo editado de todas as sustentações da vogal feitas pelo grupo), (PINHO, CAMARGO, 2001; BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002; MARTENS, VERSNEL, DEJONCKERE, 2007; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; BEHLAU, 2008; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; ZIMMER, 2011).

As vozes foram analisadas por meio do programa *Multi-Dimensional Voice Program Advanced* (MDVPA) da *Kay Pentax*[®], com taxa de amostragem 44 KHz e 16 bits. Por meio do MDVPA, foram extraídas automaticamente as **medidas de frequência**: f0; f0 máxima (fhi); f0 mínima (flo); Desvio-padrão da f0 (STD); **medidas de perturbação de frequência**: *Jitter* absoluto (*Jita*); *Jitter* percentual (*Jitt*); Média relativa da perturbação do *pitch* (RAP); Quociente de perturbação do *pitch* (PPQ); Quociente de perturbação do *pitch* suavizado (sPPQ); Variação da f0 (vf0); **medidas de perturbação de amplitude**: *Shimmer* em dB (ShdB); *Shimmer* percentual (Shim); Quociente de perturbação da amplitude (APQ); Quociente de perturbação da amplitude suavizado (sAPQ); Variação da amplitude (vAm); **medidas de ruído**: Proporção ruído-harmônico (NHR); Índice de turbulência da voz (VTI); Índice de fonação suave (SPI); **medidas de quebra de voz**: Grau de quebras vocais (DVB);

Número de quebras vocais (NVB); **medidas de segmentos surdos ou não sonorizados**: Número de segmentos não sonorizados (NUV); Grau de segmentos não sonorizados (DUV); **medidas de segmentos sub-harmônicos**: Grau dos componentes sub-harmônicos (DSH); Número de segmentos sub-harmônicos (NSH) (BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002; CERCAU, ALVES, GAMA, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; BEBER, CIELO, 2010; BRUM *et al.*, 2010; ZIMMER, 2011).

Ainda sobre a emissão da vogal /a:/, foi feita a análise perceptivo-auditiva por meio da escala RASATI (rouquidão; aspereza; sopro; astenia; tensão; instabilidade) com gradação para cada um dos parâmetros: 0 para ausência de alteração, 1 para alteração discreta, 2 para alteração moderada, e 3 para alteração intensa (PINHO, PONTES, 2002). As três emissões da vogal /a:/ (em M1, M2 e em M3) de cada participante foram randomizadas (COSTA *et al.*, 2011), e 20% foram replicadas para realizar o cálculo de confiabilidade dos avaliadores.

A RASATI foi realizada individualmente por seis fonoaudiólogas com experiência na área de voz, não autoras do estudo, cegas em relação aos objetivos da pesquisa, à técnica utilizada, à identificação dos sujeitos, aos diferentes momentos das emissões, à replicação das emissões, bem como à avaliação das demais juízas, sendo informadas apenas que as vozes pertenciam a mulheres adultas (GAMA *et al.*, 2009; BRUM, *et al.*, 2010; LAW *et al.*, 2011).

Para os cálculos de confiabilidade, as juízas receberam 168 emissões vocais (46 de M1, 46 de M2, e 46 de M3 e 30 replicações) em CD e foram orientadas a ouvir as gravações através de fones de ouvido quantas vezes fosse necessário.

A análise estatística da confiabilidade intra-avaliador, através do cálculo do coeficiente *Kappa* (GAMA *et al.*, 2009; LAW *et al.*, 2011; SIRACUZA *et al.*, 2011), mostrou os valores de 0,54 para a juíza 1; 0,71 para a juíza 2; 0,57 para a juíza 3; 0,06 para a juíza 4; 0,22 para a juíza 5; e 0,28 para a juíza 6, considerando-se: entre 0,8 e 1 confiabilidade quase perfeita; 0,6 e 0,79, boa; 0,4 e 0,59, moderada; 0,2 e 0,39, regular; entre zero e 0,19, pobre; entre zero e -1 nenhuma confiabilidade (GAMA *et al.*, 2009; LAW *et al.*, 2011).

Foram consideradas para o estudo apenas as avaliações das juízas 1, 2 e 3 (maiores valores de confiabilidade intraavaliador e confiabilidade inter-avaliador de 0,19) e computadas em conjunto para determinar o julgamento predominante em cada parâmetro da RASATI (GAMA *et al.*, 2009).

Para comparar as medidas da análise acústica e da escala RASATI entre os três momentos, foi utilizado o teste de *Friedman*. Em caso de significância, foi usado o teste de *Wilcoxon* para amostras relacionadas, a fim de comparar as variáveis numéricas entre os momentos, dois a dois. Foi usado o teste de correlação de *Spearman* para verificar as correlações entre os parâmetros da RASATI e as medidas do MDVPA. Utilizou-se o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

3.5 Resultados

Tabela 1 – Comparação das medidas vocais acústicas de fonte glótica pelo MDVPA entre M1, M2 e M3

	M1		M2		M3		p-valor
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
f0 (Hz)	209,52	20,04	216,84	26,70	216,72	23,86	0,011*(A)
fhi (Hz)	225,44	21,65	233,73	27,64	231,82	25,52	0,067
flo (Hz)	198,08	21,19	200,54	33,56	204,11	24,04	0,056
STD f0 (Hz)	3,17	1,50	3,90	4,00	3,80	3,42	0,254
Jita (us)	61,12	30,17	64,31	36,23	65,14	37,46	0,859
Jitt (%)	1,27	0,63	1,38	0,74	1,39	0,74	0,917
RAP (%)	0,78	0,39	0,83	0,45	0,84	0,44	0,931
PPQ (%)	0,74	0,35	0,81	0,45	0,82	0,43	0,937
sPPQ (%)	0,84	0,36	0,94	0,57	0,89	0,42	0,844
vf0 (%)	1,52	0,70	1,82	1,88	1,77	1,68	0,510
ShdB (dB)	0,34	0,13	0,31	0,09	0,31	0,09	0,132
Shim (%)	3,86	1,40	3,51	1,04	3,50	1,05	0,138
APQ (%)	2,76	1,00	2,49	0,74	2,47	0,72	0,180
sAPQ (%)	4,69	1,60	4,19	1,37	4,30	1,67	0,121
vAm (%)	14,73	6,05	13,12	4,90	12,65	6,26	0,019*(B)
NHR	0,130	0,031	0,122	0,026	0,124	0,024	0,039*(C)
VTI	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,02	0,766
SPI	12,88	8,29	13,61	10,02	15,31	9,28	0,233
DVB (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,10	0,135
NVB (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,21	0,135
DUV (%)	0,21	0,68	0,33	1,19	0,32	1,34	0,509

NUV	0,28	0,91	0,43	1,57	0,43	1,80	0,509
DSH (%)	1,20	2,49	0,85	3,10	0,39	0,74	0,048*(C)
NSH	1,59	3,32	1,13	4,12	0,52	0,98	0,064

Teste de *Friedman*.

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

Diferenças significativas (teste de *Wilcoxon*, $p < 0,05$): (A) $M1 \neq M2$, $M1 \neq M3$; (B) $M1 \neq M3$; (C) $M1 \neq M2$.

DP: Desvio-Padrão

Tabela 2 – Comparação da avaliação vocal perceptivo-auditiva pela escala RASATI entre M1, M2 e M3

	M1				M2				M3				p-valor
	n (%)				n (%)				n (%)				
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	
R	38 (82,6)	7 (15,21)	1 (2,17)	-	39 (84,78)	7 (15,22)	-	-	38 (82,6)	8 (17,39)	-	-	0,984
A	46 (100)	-	-	-	46 (100)	-	-	-	46 (100)	-	-	-	1,000
S	17 (36,96)	26 (56,52)	3 (6,52)	-	22 (42,83)	21 (45,65)	3 (6,52)	-	21 (45,65)	20 (43,48)	5 (10,87)	-	0,792
A	44 (96,65)	2 (4,35)	-	-	41 (89,13)	5 (10,87)	-	-	42 (91,30)	4 (8,69)	-	-	0,892
T	43 (93,47)	3 (6,52)	-	-	45 (97,83)	1 (2,17)	-	-	46 (100)	-	-	-	0,892
I	24 (52,17)	21 (45,65)	1 (2,17)	-	37 (80,43)	9 (19,56)	-	-	33 (71,73)	13 (28,26)	-	-	0,092

Teste de *Friedman*

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

Tabela 3 – Correlação entre os parâmetros da RASATI e as medidas do MDVPA

	R		A		S		A		T		I	
	R	p	r	p	r	P	r	P	R	p	r	p
f0 (Hz)	-	0,025*	-	-	-	0,008*	0,003	0,965	0,125	0,141	-	0,059
	0,190				0,224						0,160	
fhi (Hz)	-	0,070	-	-	-	0,214*	0,091	0,288	0,042	0,622	-	0,368
	0,154				0,106						0,077	

flo (Hz)	-	0,008*	-	-	-	0,004*	-	0,357	0,124	0,145	-	0,048*
	0,224				0,238		0,078				0,168	
STD (Hz)	0,166	0,050	-	-	0,339	0,000*	0,320	0,000*	-	0,254	0,255	0,002*
									0,097			
Jita (us)	0,283	0,000*	-	-	0,551	0,000*	0,366	0,000*	-	0,005*	0,190	0,025*
									0,233			
Jitt (%)	0,233	0,005*	-	-	0,522	0,000*	0,366	0,000*	-	0,006*	0,162	0,056
									0,229			
RAP (%)	0,237	0,005*	-	-	0,523	0,000*	0,366	0,000*	-	0,006*	0,166	0,051
									0,232			
PPQ (%)	0,226	0,007*	-	-	0,516	0,000*	0,360	0,000*	-	0,007*	0,164	0,054
									0,226			
sPPQ (%)	0,268	0,001*	-	-	0,534	0,000*	0,392	0,000*	-	0,010*	0,227	0,007*
									0,216			
vf0 (%)	0,237	0,004*	-	-	0,425	0,000*	0,350	0,000*	-	0,239	0,295	0,000*
									0,100			
ShdB (dB)	0,272	0,001*	-	-	0,255	0,002*	0,007	0,934	-	0,582	0,053	0,530
									0,047			
Shim (%)	0,272	0,001*	-	-	0,245	0,003*	-	0,947	-	0,535	0,047	0,581
						0,005			0,053			
APQ (%)	0,280	0,000*	-	-	0,210	0,013*	0,008	0,922	0,027	0,752	0,072	0,400
sAPQ (%)	0,311	0,000*	-	-	0,268	0,001*	0,135	0,113	-	0,790	0,384	0,000*
									0,022			
vAm (%)	0,203	0,016*	-	-	0,228	0,007*	0,217	0,010*	0,075	0,376	0,328	0,000*
NHR	0,072	0,400	-	-	0,166	0,051	0,105	0,219	0,041	0,626	0,121	0,155
VTI	0,112	0,190	-	-	0,032	0,707	-	0,021*	-	0,984	-	0,184
							0,195		0,001		0,113	
SPI	0,241	0,004*	-	-	0,488	0,000*	0,392	0,000*	-	0,030*	0,276	0,001*
									0,184			
DVB (%)	-	0,527	-	-	0,149	0,079	-	0,677	-	0,807	0,045	0,598
	0,054						0,035		0,020			
NVB (%)	-	0,527	-	-	0,149	0,080	-	0,677	-	0,807	0,046	0,591
	0,054						0,035		0,020			
DUV (%)	0,042	0,621	-	-	0,201	0,017*	0,071	0,406	-	0,499	0,036	0,667
									0,057			
NUV	0,040	0,640	-	-	0,199	0,018*	0,069	0,419	-	0,499	0,036	0,671
									0,057			
DSH (%)	0,100	0,239	-	-	-	0,663	-	0,166	0,051	0,550	0,107	0,209
					0,037		0,118					
NSH	0,101	0,236	-	-	-	0,632	-	0,166	0,038	0,652	0,036	0,671
					0,041		0,118					

Teste de correlação de *Spearman*

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

p: significância estatística

r: valor do coeficiente de correlação

3.6 Discussão

A voz é produzida através da interação entre o fluxo de ar dos pulmões, o controle muscular respiratório e da laringe e a flexibilidade da camada mucosa, que mantém a vibração das pregas vocais. Quanto maior for o equilíbrio dessa interação, maior é a economia vocal (TITZE, 2006; COSTA *et al.*, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011).

O aumento da pressão intraoral que ocorre durante o FK, bem como nos demais ETVSO, aumenta a ressonância retroflexa que, juntamente com a continuidade da vibração das pregas vocais, ocasiona expansão de todo trato vocal (TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011) e tende à maior estabilidade e qualidade da fonação. A redução significativa da vAm após a realização do FK em M3 e do DSH em M2 (Tabela 1) sugere maior estabilidade e diminuição de ruído vocal gerada pela técnica, convergindo com a literatura.

Estudo com mulheres adultas sem afecções laringeas descreveu os efeitos da técnica do ETVSO de vibração lingual sonorizada. Após mais de três minutos de execução da técnica, verificou-se melhora significativa de vf0 e de PPQ (medida de *jitter*) (ZIMMER, 2011), também evidenciando maior estabilidade de longo termo e diminuição da perturbação de frequência de curto termo.

A vAm e a vf0, como medidas acústicas de perturbação de longo termo, podem ser detectadas perceptivo-auditivamente pela orelha humana quando aumentadas (PINHO, CAMARGO, 2001; BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; ZIMMER, 2011). No presente estudo, houve diminuição percentual do parâmetro perceptivo-auditivo de instabilidade vocal da RASATI nos três momentos analisados (Tabela 2), convergindo com a redução significativa da vAm após a realização do FK em todos os momentos (Tabela 1).

É possível que a técnica FK tenha gerado maior estabilidade vocal pelo equilíbrio da pressão sonora e do fluxo aéreo pulmonar e pelo aumento do controle neuromuscular da laringe, respiração e articulação. Assim promove-se melhora da coordenação pneumofonoarticulatória (SCARPEL, PINHO, 2001; BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; TITZE, 2008), o que também é favorecido pela

melhora da autopercepção de todo o trato vocal que ocorre durante o exercício (SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008).

O aumento da pressão intra-oral, relatado nos ETVSO, altera o padrão de vibração das pregas vocais, aumentando a amplitude vibratória da mucosa, que gera maior energia harmônica com redução do ruído, além de possivelmente reduzir a força adutora glótica e aumentar a superfície de contato entre as pregas vocais durante a vibração (TITZE *et al.*, 2002, TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008).

Nesta pesquisa, o aumento da energia harmônica e a redução do ruído podem ser ilustrados pela diminuição significativa de NHR e DSH em M2 (Tabela 2). Isso sugere que o FK pode ter gerado maior simetria vibratória das pregas vocais com sinal mais periódico e aumento do componente harmônico, bem como diminuição da energia aperiódica do sinal e maior estabilidade vocal após a realização do FK (PINHO, CAMARGO, 2001; BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; BEBER, CIELO, 2010).

Esse resultado converge com dois estudos recentes que verificaram as modificações vocais ocorridas em relação ao tempo de execução da técnica de vibração lingual sonorizada (ETVSO). Ambos evidenciaram redução significativa do ruído após três minutos de execução da técnica, comparando-se com o momento anterior à realização dessa (AZEVEDO *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011).

Nesta pesquisa, DSH e NHR diminuíram significativamente em M2, sinalizando diminuição da aperiodicidade no sinal vocal, mas não houve correlação dessas medidas com nenhum dos parâmetros da RASATI (Tabela 3), divergindo da literatura que associa o ruído à percepção auditiva de rouquidão na voz (BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; BEHLAU, 2008). No entanto, tais resultados devem ser confirmados em futuros estudos, incluindo vozes disfônicas, considerando-se que as participantes desta pesquisa apresentavam vozes adaptadas (Tabela 2), e que a análise acústica é capaz de apontar até mesmo as pequenas alterações não captadas pela orelha humana. Assim, é possível que, no grupo avaliado, não tenha havido correlação entre as medidas acústicas e a perceptivo-auditivas quanto ao ruído.

Neste grupo de mulheres sem queixas vocais, com voz adaptada e laringe sem afecções, cuja faixa de normalidade para f_0 vai de 150 a 250 Hz (BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; BEHLAU, 2008; AZEVEDO *et al.*, 2011; ZIMMER,

2011), houve aumento significativo da f0 após o FK, mas ainda dentro da faixa de normalidade para vozes femininas.

Conforme a literatura, o aumento discreto da f0 para o uso da voz profissional é indicado, visando à maior resistência vocal, uma vez que o músculo cricotireoideo (CT) é mais resistente à fadiga do que o tiroaritenóideo (TA) (PINHO, CAMARGO, 2001; SCARPEL, PINHO, 2001; PINHO, PONTES, 2008; MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; COSTA *et al.*, 2011), mas utilizando-se a laringe em posição baixa e estável, evitando tensão excessiva de adução das pregas vocais (SCARPEL, PINHO, 2001; CORDEIRO *et al.*, 2011). Por ser um ETVSO, o FK aumenta a ressonância retroflexa, diminuindo a força adutora (TITZE, 2006; CORDEIRO *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2011) com a tendência de a laringe permanecer em posição baixa e estável, reforçando sua utilização em programas de aquecimento vocal. Esse efeito de sutil elevação da f0 do FK também poderia ser utilizado na fonoterapia, quando o objetivo é elevar a f0, como nas puberfonias por mutação sobrepassada e na voz de transexuais de masculino para feminino (PINHO, 2001; BEHLAU, 2008).

Os efeitos de um programa de aquecimento vocal foram analisados por meio do MDVP, em mulheres sem afecções laríngeas divididas em um grupo de estudo (40 mulheres que realizaram o programa durante 30 minutos) e um grupo de controle (45 mulheres em repouso vocal durante 30 minutos). O programa incluiu alongamento cervical, bocejo com emissão das vogais, som basal, exercício de sopro e som agudo, exercícios de ressonância, escalas musicais ascendentes e descendentes e os ETVSO de vibração lingual sonorizada e firmeza glótica. No grupo de controle, não houve mudanças e no grupo de estudo, após o programa, houve melhora no desempenho vocal, menor pressão sonora, maior alcance de frequência e aumento significativo da f0 (VAN LIERDE *et al.*, 2011).

Esse aumento significativo da f0 foi encontrado também em pesquisas com outros ETVSO. Três estudos que avaliaram os efeitos da técnica de vibração lingual sonorizada em mulheres sem afecções laríngeas, encontraram aumento significativo da f0 após a técnica (SCHWARZ, CIELO, 2009; AZEVEDO *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011). Em dois deles, as participantes realizaram três séries de 15 repetições da técnica, e atribuiu-se o aumento significativo da f0 à ação normotensora desse ETVSO sobre a musculatura laríngea intrínseca, diminuindo a ação adutora e tensora do TA (SCHWARZ, CIELO, 2009; ZIMMER, 2011). No terceiro estudo,

também foi observado aumento constante e significativo da f_0 após três e cinco minutos de execução da técnica de vibração lingual sonorizada (AZEVEDO *et al.*, 2011).

Outro estudo utilizou o ETVSO de fonação em tubo de menor diâmetro por um minuto em homens e mulheres com e sem afecções laríngeas, mostrando que no grupo de mulheres com lesão e no grupo de homens sem lesão houve discreto aumento da f_0 . Os autores atribuíram tal aumento à tensão na realização da laringoscopia que ocasionaria elevação da laringe, e também à maior contração do músculo CT na emissão após a técnica (COSTA *et al.*, 2011).

Em pesquisa, também com a fonação em tubos, porém realizada com homens com e sem treinamento vocal, que realizaram a técnica durante um minuto, houve discreto aumento da f_0 durante a execução da técnica em relação às vogais sustentadas coletadas antes e após a técnica. Possivelmente o tempo da técnica não tenha sido suficiente para ocasionar um aumento de f_0 mais permanente após a técnica (GASKILL; QUINNEY, 2011).

Alguns autores referem que o aumento da f_0 após determinadas técnicas vocais se deve ao fato de favorecerem a normotensão da musculatura laríngea, reduzindo a tensão desnecessária à fonação (SCHWARZ, CIELO, 2009, ZIMMER, 2011; COSTA *et al.*, 2011) e à maior ativação do CT (PINHO, CAMARGO, 2001; BEHLAU, 2008; COSTA *et al.*, 2011).

Outro dado deste estudo que reforça o FK como exercício que propicia o discreto aumento da f_0 e a diminuição de ruído e da instabilidade vocal é o fato de as medidas de frequência (f_0 , f_{hi} e f_{lo}) terem apresentado correlação negativa significativa com os parâmetros perceptivo-auditivos da RASATI de rouquidão e soproidade após o FK. Isso mostra que, à medida que os valores das medidas de frequência aumentaram, a rouquidão e a soproidade diminuíram (Tabela 3).

Esses resultados são reforçados também pelos achados de correlação significativa negativa entre f_{lo} e instabilidade, ou seja, à medida que os valores de f_{lo} aumentaram, a instabilidade diminuiu.

Verificou-se, ainda, correlação significativa positiva após o FK entre o STD e soproidade, **a**stenia e instabilidade, ou seja, quanto maior a variação na sustentação da f_0 (STD), maior a percepção de soproidade, **a**stenia e instabilidade (Tabela 3). Sugere-se, em estudos futuros, a investigação desses achados em vozes disfônicas, pois se acredita que serão mais evidentes.

As medidas de *jitter*, *Jita* e *sPPQ* e a medida *SPI* apresentaram correlação positiva com os parâmetros da *RASATI* de rouquidão, soprosidade, astenia e instabilidade e correlação negativa com tensão. Ou seja, apresentaram correlação com cinco dos seis parâmetros da *RASATI*, sugerindo que possivelmente sejam as mais relacionadas aos aspectos perceptivo-auditivos avaliados pela escala (Tabela 1).

A literatura refere que as medidas de *jitter*, incluindo a *vf0*, podem estar relacionadas com a rouquidão e ou aspereza, e que as medidas de *shimmer*, incluindo a *vAm*, podem se relacionar com a soprosidade e ou rouquidão, sugerindo descontrolo neuromuscular, aerodinâmico e ou irregularidade/apericodicidade vibratória (BEHLAU, 2008; BROCKMANN *et al.*, 2011; BEBER, CIELO, 2011). Aponta-se que as medidas de *jitter* e de *shimmer* tendem a ser aumentadas em casos de distúrbios vocais (BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; BEHLAU, 2008; BEBER, CIELO, 2011). Em relação ao *shimmer*, suas medidas ainda oferecem uma percepção indireta da presença de ruído na produção vocal, de modo que seus valores aumentam conforme o aumento do ruído na produção vocal, como ocorre na soprosidade (BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; BEHLAU, 2008).

Neste trabalho, todas as medidas acústicas de curto termo de *jitter* correlacionaram-se significativa e positivamente com os parâmetros perceptivo-auditivos da *RASATI* de rouquidão, soprosidade e astenia. Todas as medidas acústicas de curto termo de *shimmer* correlacionaram-se significativa e positivamente com rouquidão e soprosidade. Já as medidas acústicas de *vf0* e *vAm* correlacionaram-se significativa e positivamente com a rouquidão, soprosidade, astenia e instabilidade (Tabela 3), sugerindo que, se essas medidas acústicas estiverem reduzidas, é possível que o sinal perceptivo-auditivo da fonte glótica apresente maior periodicidade, menor nível de ruído, maior estabilidade e, possivelmente, melhor qualidade.

No presente estudo, observou-se redução significativa de *vAm*, *NHR* e *DSH*, bem como aumento significativo de *f0* em M2 e permanecendo em M3 (Tabela 1) após o FK; porém a melhora dos parâmetros da *RASATI* não foi significativa, possivelmente por se tratarem de vozes adaptadas. No entanto, é interessante observar a melhora percentual do grau de cada parâmetro da *RASATI* em M2 e M3 (Tabela 2), salientando-se que a astenia piorou para alguns sujeitos, sugerindo menos tensão à fonação após o FK, conforme a literatura sobre ETVSO (TITZE,

2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANENE, TITZE, 2008; TITZE, 2008; COSTA *et al.*, 2011). Assim, torna-se necessário o estudo com a técnica FK em vozes disfônicas para confirmação desses efeitos.

Ainda, todas as medidas acústicas de curto termo de *jitter* e o SPI correlacionaram-se significativa e negativamente com o parâmetro perceptivo-auditivo de tensão da escala RASATI. Considerando-se que, neste trabalho, foram utilizadas amostras vocais de mulheres com voz adaptada, em que a tensão da escala RASATI diminuiu percentualmente em M2 e desapareceu em M3 (Tabela 2), coincidindo com o aumento percentual de *astenia*, poder-se-ia pensar neste aspecto do trabalho como maior “firmeza” na emissão e não como um estado de hipertensão como ocorre nas disfonias funcionais. Isso sugere que o aumento de “firmeza” durante a emissão vocal pode diminuir a aperiodicidade vibratória e o índice de fonação suave (SPI) à fonação que pode implicar algum escape de ar (BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; PINHO 2003; BEHLAU, 2008).

A permanência da melhora de algumas medidas em M3 (Tabelas 1 e 2) pode ser devido à melhora do controle muscular laríngeo, respiratório e articulatório/ressonantal e da consciência cinestésica e proprioceptiva dos níveis da produção vocal, incluindo a laringe, o trato vocal e a musculatura respiratória (SCARPEL, PINHO, 2001; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008), melhorando a coordenação pneumofoarticulatória. Isso parece ser um indicativo de que o FK oferece alguns efeitos positivos mesmo após cinco minutos de silêncio absoluto.

O presente estudo não revelou diferenças significativas nas medidas perceptivo-auditivas (Tabela 2) possivelmente por se tratar de sujeitos sem disфонia e sem afecções laríngeas nos quais as modificações do FK tenham sido sutis. Dessa forma, concorda-se com estudo sobre o efeito da fonação em tubos de menor diâmetro, também um ETVSO, em sujeitos com e sem afecções laríngeas e que não verificou diferenças significativas perceptivo-auditivas, mesmo no grupo com afecções (COSTA *et al.*, 2011).

3.7 Conclusão

Após o FK, o grupo de mulheres analisado apresentou significativo aumento da f_0 , dentro dos padrões de normalidade, e redução da vAm , da NHR e do DSH. Isso sugere menor tensão muscular adutora, maior estabilidade da amplitude do sinal vocal, redução do ruído e aumento da energia harmônica.

Na escala RASATI, não foram verificadas mudanças significativas, possivelmente pelo grupo não apresentar queixas vocais ou afecções laríngeas, sendo que nenhum sujeito apresentou aspereza.

De maneira geral, a rouquidão, a astenia e a soproidade e a instabilidade correlacionaram-se significativamente e positivamente com medidas de *jitter*, *shimmer*, STD, SPI, vf_0 , vAm , NUV e DUV. Além disso, correlacionaram-se negativamente com as medidas de frequência e VTI, evidenciando reciprocidade entre os aspectos vocais perceptivo-auditivos avaliados pela RASATI e as medidas acústicas de fonte glótica do MDVPA. A tensão correlacionou-se negativamente com as medidas de *jitter* e SPI, sugerindo que o aumento de “firmeza” durante a emissão vocal pode diminuir a aperiodicidade vibratória e o SPI à fonação que pode implicar algum escape de ar.

As medidas de *jitter*, *Jita* e sPPQ, e o SPI correlacionaram-se com cinco dos seis parâmetros da RASATI, apresentando maior associação aos aspectos perceptivo-auditivos avaliados pela escala.

3.8 Referências

1. Azevedo LL, Passaglio KT, Rosseti MB, Silva CB, Oliveira BFV, Costa RC. Avaliação da performance vocal antes e após a vibração sonorizada de língua. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2010;15(3):343-8
2. Barros APB, Carrara-de-Angelis E. Análise acústica da voz. In: Dedivitus RA, Barros APB. Métodos de Avaliação e Diagnóstico da Laringe e Voz. São Paulo: Lovise, 2002. p. 200-221.
3. Behlau M. Voz o Livro do Especialista. Rio de Janeiro: Revinter; 2008.

4. Beber BC, Cielo CA. Medidas acústicas de fonte glótica de vozes masculinas. Normais. Pró-Fono. 2010; 22(3):299-304.
5. Behlau M. Técnicas vocais. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO. Tratado de fonoaudiologia. São Paulo: Roca, 2004. p. 42-58.
6. 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):282-8.
7. Brockmann M, Drinnan MJ, Storck C, Carding PN. Reliable Jitter and Shimmer Measurements in Voice Clinics: The Relevance of Vowel, Gender, Vocal Intensity, and Fundamental Frequency Effects in a Typical Clinical Task. J Voice. 2011;25(1):44-53.
8. Cercau JSB, Alves CFT, Gama ACC. Análise acústica da voz de mulheres idosas. Rev CEFAC. 2008;11(1):142-49.
9. Colton RH, Casper JK. Leonard, R. Compreendendo os problemas de voz: uma perspectiva fisiológica ao diagnóstico e ao tratamento. Porto Alegre: Artes Médicas, 3ª edição. 2010.
10. Codeiro GF, Montagnoli AN, NemrNK, Menezes MHM, Tsuji DH. Comparative Analysis of the Closed Quotient for Lip and Tongue Trills in Relation to the Sustained Vowel /e/. J Voice. 2011;26(1):17-22.
11. Costa CB; Costa LHC; Oliveira G; Behlau M. Immediate effects of the phonation into a straw exercise. Braz J Otorhinolaryngol. 2011;77(4):461-5.
12. D'Avila H, Cielo CA, Siqueira MS. Som fricativo sonoro /Ž/: modificações vocais. Rev CEFAC. 2010;12(6):915-24.
13. Deliyski DD. Acoustic model and evaluation of pathological voice production. Eurospeech '93, Berlin, 1993, pp 1969-72.
14. Finger LS, Cielo CA. Modificações vocais acústicas produzidas pela fonação reversa. Rev Soc Bras Fonoudiol. 2009;14(1):15-21.

15. Finger LS, Cielo CA, Schwarz K. Acoustic vocal measures in women without voice complaints and with normal larynxes. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2009;75(3):432-40.
16. Gama ACC, Alves CFT, Cercau JSB, Teixeira LC. Correlação entre dados perceptivo auditivos e qualidade de vida de idosas. *Pró-fono*. 2009;21(2):125-30.
17. 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*. (In press) 2011.
18. Martens JWMAFM, Versnel H, Dejonckre PH. The Effect of Visible Speech in the Perceptual Rating of Pathological Voices. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007; 133(2):178-85.
19. Law T, Lee KIS, Ho FNY, Vlantis AC, Hasselt AC, Tong MCF. The effectiveness of Group Voice Therapy: A Group Climate Perspective. *J Voice* (In press) 2011.
20. Laukkanen AM, Horáček J, Krupa P, Švec JG. 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. (In press) 2011.
21. Laukkanene 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.
22. McHenry M, Jonhson J.; FOSHEA, B. The Effect of Specific Versus Combined Warm-up Strategies on the Voice. *J Voice*. 2008; 23(5):572-76.
23. Menezes MH, Duprat AC, Costa HO. Vocal and Laryngeal Effects of Voiced Tongue Vibration Technique According to Performance Time. *J Voice*. 2005; 19(1):61-70.
24. Mendonça RA, Sampaio TMM, Oliveira DSF. Avaliação do programa de exercícios funcionais vocais de Stemple e Gerdeman em professores. *Rev CEFAC*. 2010 12(3):471-482.

25. Morrison M, Rammage L. The management of voice disorders. Singular Publishing Group, San Diego, London, 1994.
26. Pinho SMR, Pontes PAL. Escala de avaliação perceptiva da fonte glótica: RASAT. *Vox Brasilis*. 2002; 3(1):11-3.
27. Pinho SMR, Pontes PAL. Músculos intrínsecos da laringe e dinâmica vocal. Rio de Janeiro. Revinter. 2008.
28. Pinho SMR, Camargo Z. Introdução à análise acústica da voz e da fala. In: *Tópicos em voz*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 19-44.
29. Scarpel RD, Pinho SMR. Aquecimento e desaquecimento vocal. . In: *Tópicos em voz*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 19-44.
30. Sampaio M, Oliveira G, Behlau M. Investigação de efeitos imediatos de dois exercícios de trato vocal semiocluído. *Pró-Fono*. 2008; 20(4):261-66.
31. Saxon KG, Schneider C. M. *Vocal exercise physiology*. California: Singular Publishing Group, 1995.
32. Schwarz K, Cielo CA. Modificações laríngeas e vocais produzidas pela técnica de vibração sonorizada de língua. *Pró-Fono*. 2009; 21(2):161-66.
33. Speyer R. Effects of Voice Therapy: A Systematic Review *Journal of Voice*. 2008;22(5):565-80.
34. Titze I. Voice training and therapy with a semiocluded vocal tract: rational and scientific underpinnings. *J Speech Lang Hear Res*. 2006; 49(2):448-59.
35. Titze I. Nonlinear source-filter coupling in phonation: Theory *J. Acoust. Soc. Am*. 2008; 123(5):2733-49.
36. Teles VC, Rosinha ACU. Análise Acústica dos formantes e das medidas de perturbação do sinal sonoro em mulheres sem queixas vocais, não fumantes e não etilista. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2008;12(4):523-30.

37. Van Lierde KM, D'haeseleer E, Baudonck N, Claeys S, De Bodt M, Behlau M. The impact of vocal warm-up exercises on the objective vocal quality in female students training to be speech language pathologists. *J Voice*. 2011;25(3):115-21.

38. 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.

4 ARTIGO DE PESQUISA

Finger Kazoo: modificações vocais acústicas espectrográficas e autoavaliação vocal

FINGER KAZOO: SPECTROGRAPHIC ACOUSTIC MODIFICATIONS AND VOCAL SELF-ASSESSMENT

4.1 Resumo

Objetivo: Correlacionar modificações vocais acústicas espectrográficas e autoavaliação após o *finger kazoo* (FK). **Método:** Análise de /a:/ de 46 mulheres sem queixas vocais ou afecções laringeas pelo *Real Time Spectrogram*[®] e autoavaliação antes (M1), após o FK (M2) e silêncio (M3). Teste *Kappa*, Qui-quadrado, *Spearman*. **Resultados:** Banda larga (EBL): melhora da intensidade F2, F3, F4 e altas frequências (af), definição F2, F3 e regularidade do traçado (M1XM2); intensidade de todos os F e af e definição F3, F4, aumento do ruído af (M1XM3); piora da regularidade do traçado (M2XM3). Sem alterações (SA) largura de banda dos F, definição F1, ruído baixas, médias e af (M1XM2XM3), e médias e baixas frequências (M1XM3). Banda estreita (EBE): melhora da intensidade af, definição harmônicos e regularidade do traçado, SA ruído entre harmônicos, baixas e af (M1XM2); melhora da intensidade af, de todo espectrograma vocal e regularidade do traçado, piora do ruído entre harmônicos, SA ruído baixas e af, substituição de harmônicos por ruído em todo espectrograma vocal e baixas, médias e af (M1XM3); SA presença de sub-harmônicos (M1XM2XM3). Referência de voz melhor. Correlação positiva entre voz melhor e intensidade F3 (EBL - M1XM3), e substituição de harmônicos por ruído nas médias frequências, definição e número de harmônicos (EBE - M1XM3). **Conclusões:** Após o FK, aumentou a intensidade das af, intensidade e definição dos F, regularidade do traçado e definição dos harmônicos. Melhor voz, conforme aumento da intensidade F3, definição e número de harmônicos e substituição de harmônicos por ruído nas médias frequências.

Palavras-chave: Voz, Fonação, Reabilitação, Acústica da fala.

4.2 Abstract

Objective: To correlate spectrographic vocal modifications and self-evaluation after finger kazoo (FK). **Method:** Analysis of the vowel /a:/ of 46 adult women, without vocal complaints or laryngeal alterations through Real Time Spectrogram® and self-evaluation before (M1), after FK (M2) and silence (M3). Kappa, Chi-square and Spearman tests. **Results:** Wideband: improvement in F2, F3, F4 intensity and high frequencies (hf), definition of F2, F3 and trace regularity (M1XM2); intensity of all the F and hf, and F3, F4 definition, hf noise increase (M1XM3); worsening in trace regularity (M2XM3). No alteration (NA) in bandwidth of the F, in F1 definition, low, medium and hf noise, (M1XM2XM3), and medium and low frequencies (M1XM3). Narrowband: improvement in hf intensity, harmonics definition and trace regularity, NA in noise between harmonics, low and hf (M1XM2); improvement in hf intensity, all the vocal spectrogram and trace regularity, worsening of noise between harmonics, NA in low and hf noise, harmonics substitution for noise in all the vocal spectrogram and low, medium and hf (M1XM3); NA in sub-harmonics presence (M1XM2XM3). Better voice reference. Positive correlation between better voice and F3 intensity (wideband - M1XM3) and harmonics substitution for noise in medium frequencies, definition and number of harmonics (narrowband - M1XM3). **Conclusions:** After the FK, there was an increase of hf intensity, intensity and definition of F, trace regularity and harmonics definition. Voice improvement, according to the increase in F3 intensity, definition and number of harmonics and harmonics substitution for noise in medium frequencies.

Keywords: Voice, Phonation, Rehabilitation, Speech Acoustics.

4.3 Introdução

A teoria não linear da produção da voz sugere que o trato vocal, além de exercer função de filtro do som produzido na fonte glótica, atua também como um modificador dos padrões de vibração das pregas vocais através da modificação da impedância acústica. Desse modo ocorre um *biofeedback* entre o filtro e a fonte, promovendo a influência do filtro sobre a fonte (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; CORDEIRO *et al.*, 2010; COSTA *et al.*, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011).

Aos pacientes com distúrbios vocais, tanto em nível de fonte como em nível de filtro (ressonância), indica-se a terapia vocal (BEHLAU, 2008; CÔRTEZ, GAMA 2010; COLTON, CASPER, LEONARD, 2010; D`AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; COSTA *et al.*, 2011). Os exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO), categoria em que se inclui a técnica de *finger kazoo* (FK), têm sido muito usados como recursos na fonoterapia e no aperfeiçoamento vocal (LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; GASKILL, QUINNEY, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011).

Nesses casos, o fonoaudiólogo é o profissional que possui capacitação para atuar na reabilitação e aperfeiçoamento vocal. Por isso deve-se ter o conhecimento anatômico e fisiológico do aparato fonador, além de compreender acústica, aerodinâmica e correlação entre estados emocionais e condições neurológicas com a voz, bem como ter o domínio de técnicas que compreendam todo o processo fonatório (SAXON, SCHNEIDER, 1995; MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010).

Com o avanço tecnológico na laringologia e a disponibilidade de modernos instrumentos para avaliação vocal e verificação dos efeitos das diversas técnicas vocais, as pesquisas em Voz têm mostrado evolução, na tentativa de aprofundar o conhecimento e, assim, tornar mais efetiva a atuação fonoaudiológica (SCHWARZ, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, 2009; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; D`AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011). Entretanto, algumas técnicas vocais ainda não apresentam evidências científicas suficientes de seus efeitos, tornando-se fundamental a realização de estudos como este.

A análise acústica espectrográfica é uma das formas de verificar o efeito das técnicas vocais (SCHWARZ, CIELO, 2009; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; CÔRTEZ, GAMA, 2010; ZIMMER, 2011). Tal análise fornece dados que estão relacionados ao padrão vibratório das pregas vocais, à forma do trato vocal e suas mudanças no tempo, sendo que sua interpretação varia com a idade, o sexo, o tipo de fonação e o treino vocal (BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002; MARTENS, VERSNEL, DEJONCKERE, 2007; BEHLAU, 2008). Torna-se importante, ainda, os estudos da autoavaliação da voz dos sujeitos após realização das técnicas vocais (SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, 2009), que têm considerado o ponto de vista do próprio paciente sobre sua voz, contribuindo com a compreensão dos efeitos das técnicas vocais de forma mais global.

Desta maneira o presente trabalho teve como objetivo correlacionar as modificações vocais acústicas espectrográficas e a autoavaliação vocal ocorridas antes, imediatamente após a execução da técnica fonoterapêutica de FK e após cinco minutos de silêncio absoluto, em indivíduos adultos do sexo feminino, sem queixas vocais e com laringe sem afecções.

4.4 Materiais e Métodos

A pesquisa caracterizou-se por ser um estudo observacional transversal analítico de caráter quantitativo, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição de origem (016945/2010-76). Os participantes receberam os esclarecimentos necessários sobre o estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), como recomenda a norma 196/96 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa.

A população-alvo foi composta pelos sujeitos que buscaram o setor de voz de uma clínica-escola de Fonoaudiologia para realização de aperfeiçoamento vocal, durante o período de junho de 2010 a junho de 2011. Para a constituição da amostra, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: assinatura do TCLE; sexo feminino, pois a literatura mostra maior número de estudos com essa população (SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; TELES, ROSINHA, 2008;

MAGRI, STAMADO, CAMARGO, 2009; NUNES, 2009; BRUM, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; ZIMMER, 2011); idades entre 18 e 40 anos, por compreender uma faixa etária livre das alterações hormonais e estruturais do período da muda vocal ou do envelhecimento (BEHLAU, 2004; GAMA *et al.*, 2009; NUNES, 2009; BRUM, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011); fechamento glótico completo ou presença de fenda triangular posterior ao exame otorrinolaringológico, por representar o padrão laríngeo feminino sem impacto negativo sobre a voz (PINHO, 2003; BEHLAU, 2004; BEHLAU, 2008).

Os critérios de exclusão foram: queixas vocais, pois poderiam sinalizar algum tipo de distúrbio vocal orgânico ou funcional (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; BRUM, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; COLTON, CASPER, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011); diagnóstico médico de afecções laríngeas (PINHO, 2003; TELES, ROSINHA, 2008; BEHLAU, 2008; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; COLTON, CASPER, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011); histórico de doenças neurológicas, endocrinológicas, psiquiátricas, gástricas ou respiratórias que pudessem influenciar a *performance* vocal ou o entendimento das ordens durante os procedimentos realizados (PINHO, 2003; BEHLAU, 2004; BEHLAU, 2008; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; COLTON, CASPER, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; COSTA *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011); relato de alterações hormonais, como as típicas da gravidez, período menstrual ou pré-menstrual; estar com gripe e/ou alergias respiratórias, pois podem causar edema nas pregas vocais (ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; ZIMMER, 2011), ou outra doença que pudesse limitar o desempenho na execução da técnica FK, no dia das avaliações; hábitos de etilismo e tabagismo, que são agentes agressivos à laringe, podendo gerar afecções laríngeas (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; TELES, ROSINHA, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; BRUM, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011); ter realizado tratamento fonoaudiológico e/ou otorrinolaringológico prévios, para descartar a possibilidade de que o sujeito tivesse qualquer afecção laríngea (mesmo já tratada) ou condicionamento vocal devido a tratamento ou treinamento; conhecimento da técnica vocal estudada; perda auditiva, por interferir no automonitoramento da voz (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; ANDREWS, 2009; NUNES, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; ZIMMER, CIELO, FINGER,

2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2011; ZIMMER, 2011); alterações do sistema estomatognático que pudessem interferir na execução da técnica ou na avaliação da voz (BEHLAU, 2008; NUNES, 2009; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; COLTON, CASPER, LEONARD, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011); inabilidade de realização da técnica FK; ser cantor ou cantar em coros periodicamente (mínimo de uma vez semanalmente), a fim de evitar que o sujeito já possuísse noções de técnicas vocais ou tivesse sua voz treinada (ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; ZIMMER, 2011).

Realizou-se entrevista contemplando alguns dos critérios de inclusão e de exclusão. Após, os sujeitos realizaram exame de inspeção visual da laringe com médico otorrinolaringologista para a aplicação do critério de exclusão de presença de afecções laríngeas (PINHO, 2003; TELES, ROSINHA, 2008; BEHLAU, 2008; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; COLTON, CASPER, LEONARD, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010). Realizou-se, ainda, a avaliação do sistema estomatognático e suas funções, para excluir sujeitos com alterações que pudessem comprometer a execução da técnica FK (BEHLAU, 2008; NUNES, 2009; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; COLTON, CASPER, LEONARD, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010), bem como a triagem auditiva, por meio de varredura das frequências de 500, 1000, 2000, 4000 a 25 dB pela via aérea, em cabine acusticamente tratada (audiômetro *Fonix, FA 12 Digital* (PINHO, 2003; BEHLAU, 2008; ANDREWS, 2009; NUNES, 2009; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010).

Dos 58 voluntários, na entrevista, um foi excluído por estar em período menstrual no dia das avaliações, um por ser cantor, e dois por serem homens. Na avaliação otorrinolaringológica, um foi excluído por presença de edema de pregas vocais, um por *microweb*, um por sulco vocal, um por nódulos vocais. Na triagem auditiva, um foi excluído por apresentar perda; e três foram excluídos por não terem realizado todas as etapas de seleção. Dessa forma, a amostra constituiu-se de 46 mulheres adultas, com idades entre 18 e 39 anos (média 23,2 anos), cegas em relação aos objetivos da pesquisa.

Na coleta de dados, solicitou-se a cada sujeito, em posição ortostática, que emitisse a vogal /a:/, (PINHO, CAMARGO, 2001; BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002; MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; MARTENS, VERSNEL, DEJONCKERE, 2007; BEHLAU, 2008; CÔRTEZ, GAMA, 2010; BRUM *et al.*, 2010;

ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; GAMA *et al.*, 2009; MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; D'ÁVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; GAMA, 2011; GASKILL, QUINNEY, 2011; ZIMMER, 2011). As emissões foram captadas com microfone (condensador *stereo*, unidirecional, 96KHz, 16 bits, em 50% do nível de gravação do *input*), acoplado ao gravador digital profissional (*Zoom*, H4n), que foi fixado em pedestal e posicionado em ângulo de 90° graus e distância de quatro centímetros entre o microfone e a boca (MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; COUTINHO, 2009; BRUM, 2010; MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; GAMA *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011). A coleta foi realizada em sala acusticamente tratada, com ruído ambiental inferior a 50 dBNPS, aferido pelo medidor de pressão sonora *Instrutherm*, Dec- 480 (BEHLAU, 2008; COUTINHO, 2009; GAMA *et al.*, 2009; CÔRTEZ, GAMA, 2010; MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; GAMA, 2011).

As emissões da vogal /a:/ e as repetições da técnica FK foram realizadas em tempo máximo de fonação (TMF), pois o TMF representa a capacidade de resistência individual do sujeito devido à interação dos níveis respiratório, fonatório e ressonantal que varia de indivíduo para indivíduo (FINGER, CIELO, 2009; BRUM *et al.*, 2010; CORDEIRO, 2011; ZIMMER, 2011).

Posteriormente, os sujeitos produziram três séries de 15 repetições da técnica FK, de forma que cada TMF foi considerado uma repetição (SAXON, SCHNEIDER, 1995; FINGER, CIELO, 2009; SCHWARZ, CIELO, 2009; BRUM *et al.*, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; ZIMMER, 2011).

Para a produção da técnica, os sujeitos foram instruídos a produzir um sopro sonorizado, com os lábios arredondados e protruídos, como na emissão de /u:/, sem variação de *pitch* e *loudness*, sem inflar as bochechas, com a língua relaxada e abaixada, ao passo que o dedo indicador deveria permanecer posicionado verticalmente sobre os lábios, com o mesmo gesto usado para pedir silêncio, tocando-os levemente, mas sem pressioná-los. Durante essa produção, devia-se ouvir um ruído secundário, como uma fricção, correspondente ao fluxo de ar em contato com o dedo indicador (MORRISON, RAMMAGE, 1994; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008).

A técnica foi executada com cada sujeito sentado confortavelmente, sem deslocamento cervical, com ângulo de 90° entre o queixo e o pescoço e sem aumento da contração muscular de cintura escapular e região supra-hioidea, com os

pés apoiados no chão, coluna ereta, mantendo o ritmo constante entre um exercício e outro, sem fazer uso da reserva expiratória. Ainda, deveriam fazer uso da respiração costodiafragmáticoabdominal e evitar a flutuação ou variabilidade de *pitch* e/ou *loudness* (BEHLAU, 2004; MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; BEHLAU, 2008; COLTON, CASPER, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010).

A técnica foi explicada, demonstrada e acompanhada por uma fonoaudióloga (a mesma com todos os participantes), que verificou se cada sujeito apresentava condições para a execução conforme o modelo, fazendo-se as correções necessárias para que todos os indivíduos realizassem a técnica corretamente e de forma similar (MENEZES, DUPRAT, COSTA, 2005; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; FINGER, CIELO, 2009; BRUM, 2010).

Após cada série da técnica FK, houve repouso passivo de 30 segundos, durante o qual os sujeitos permaneceram sentados em silêncio absoluto (SAXON, SCHNEIDER, 1995; BEHLAU, 2008; FINGER, CIELO, 2009; SCHWARZ, CIELO, 2009; BRUM, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; ZIMMER, 2011). Durante a realização da técnica, foi permitida a ingestão de 250 ml de água (MCHENRY, JOHNSON, FOSHEA, 2008), sem que isso fosse considerado como uma variável interveniente nos resultados, pois a literatura indica ingestão de água de duas a três horas antes de uma *performance* vocal, uma vez que a hidratação ocorre de forma sistêmica, e a água ingerida leva horas para chegar à laringe (BEHLAU, 2008; FINGER; CIELO, 2009).

Imediatamente após a realização das séries da técnica, sem ter realizado qualquer outra emissão, os sujeitos tiveram a vogal /a:/ novamente colhida nas mesmas condições pré-técnica. E em seguida, responderam a um questionário fechado de autoavaliação sobre o efeito global da técnica de FK, em que deveriam marcar uma de três opções: “voz melhor”, “voz igual”, ou “voz pior”. Considerou-se a primeira emissão, anterior à técnica, como base para o autojulgamento (LAW *et al.*, 2011; SIRACUSA *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2011). O mesmo questionário foi respondido cinco minutos após o término da execução da técnica FK, período no qual o sujeito permaneceu sentado e em silêncio absoluto (SAMPALIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANEN, HORÁCEK, KRUPA, SVEC, 2011).

Para a análise acústica da voz, foi eliminado o ataque vocal da vogal /a:/ e o final da emissão para que tais trechos não alterassem a análise do sinal, uma vez que os finais de emissões prolongadas normalmente apresentam decréscimos de

amplitude e de frequência. A partir dessa edição, padronizou-se o intervalo de quatro segundos para a janela de análise (correspondente ao menor tempo editado de todas as sustentações da vogal feitas pelo grupo) (PINHO, CAMARGO, 2001; BARROS, CARRARA-DE ANGELIS, 2002; MARTENS, VERSNEL, DEJONCKERE, 2007; BEHALU, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; FINGER, CIELO, SCHWARZ, 2009; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; ZIMMER, 2011).

Para as espectrografias, foi utilizado o programa *Real Time Spectrogram* da *Kay Pentax*[®], instalado em computador adequado a todas as especificações do fabricante, em filtro de banda larga 100 points (646,00 Hz) e em filtro de banda estreita 1024 points (63,09 Hz), com taxa de amostragem de 11KHz e 16bits na resolução de 5KHz, e os resultados foram comparados com a literatura (NEMR *et al.*, 2005; SCHWARZ, CIELO, 2009; CÔRTEZ, GAMA, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; LEINO, LAUKKANEN, RADOLF, 2010).

Na espectrografia de banda larga (EBL), os formantes (F) foram classificados conforme os aspectos: intensidade do F (F1, F2, F3 e F4); intensidade do traçado das altas frequências; intensidade em todo o espectrograma vocal; presença de ruído em todo espectrograma vocal, bem como nas altas, médias e baixas frequências; largura da banda dos F; definição dos F; regularidade do traçado (NEMR *et al.*, 2005; SCHWARZ, CIELO, 2009; CÔRTEZ, GAMA, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; VALENTIM, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011).

Na espectrografia de banda estreita (EBE), foram considerados os aspectos: intensidade do traçado nas altas frequências; intensidade em todo o espectrograma vocal; presença de ruído entre os harmônicos em todo espectrograma vocal, bem como nas altas, médias e baixas frequências; substituição de harmônicos por ruído em todo espectrograma vocal, bem como nas altas, médias e baixas frequências; definição dos harmônicos; regularidade do traçado; presença de sub-harmônicos; e número de harmônicos (NEMR *et al.*, 2005; SCHWARZ, CIELO, 2009; CÔRTEZ, GAMA, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; VALENTIM, 2010; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; ZIMMER, 2011).

Na avaliação da intensidade (dos F, das altas frequências e em todo o espectrograma), foi considerado o grau de escurecimento do traçado, que pode variar de preto (forte intensidade) a cinza claro (fraca intensidade) (CÔRTEZ,

GAMA, 2010), e poderia ser classificada em mais intensa (melhora), menos intensa (piora) ou sem alteração. O ruído apresenta-se no espectrograma como uma imagem sombreada ou pontilhada; conforme o grau de escurecimento do sombreado/pontilhado poderia ser classificado em reduzido (melhora), aumentado (piora) ou sem alteração (CÔRTEZ, GAMA, 2010, VALENTIM, CÔRTEZ, GAMA, 2010). A largura de banda dos F poderia ser classificada em mais larga (melhora), menos larga (piora) ou sem alteração. A definição dos F e dos harmônicos foi avaliada conforme sua visibilidade, demarcação e simetria, como mais definido (melhora), menos definido (piora) ou sem alteração. A regularidade do traçado está relacionada à sua continuidade e estabilidade e poderia ser classificada em mais regular (melhora), menos regular (piora) ou sem alteração (CÔRTEZ, GAMA, 2010).

A análise espectrográfica foi realizada individualmente por três fonoaudiólogas com experiência e mestrado na área de voz, não autoras do estudo, cegadas em relação aos objetivos da pesquisa, à técnica utilizada, à identificação dos sujeitos, ao momento da avaliação, à replicação das emissões, bem como à avaliação das demais juízas, sendo informadas apenas que as vozes pertenciam a mulheres adultas (GAMA *et al.*, 2009; BRUM, *et al.*, 2010; CÔRTEZ, GAMA, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; LAW *et al.*, 2011).

As espectrografias em BL e BE dos três momentos da emissão da vogal /a:/ anterior à realização da técnica (M1); imediatamente após a realização da técnica (M2); cinco minutos após a realização da técnica (M3) de cada sujeito foram pareadas para a avaliação comparativa das juízas. Os pares foram constituídos para cada sujeito (M1xM2, M1xM3 e M2xM3), mas foram codificados e randomizados para que as juízas também não tivessem conhecimento dos diferentes momentos das emissões (CORTES, GAMA, 2009; SIRACUSA *et al.*, 2011).

Foram replicados 20% dos pares de espectrografias, sem o conhecimento das juízas, para posterior análise estatística da confiabilidade das avaliações (VALENTIM, 2010; LAW *et al.*, 2011). Assim, foram avaliados 138 pares e mais 30 réplicas, totalizando 168 pares avaliados por cada uma das juízas.

Posteriormente, foi realizado o cálculo do coeficiente *Kappa* para verificar a confiabilidade intra-avaliador, (GAMA *et al.*, 2009; MENZES, DUPRAT, COSTA, 2011) mostrando valores de 0,57; 0,49; e 0,53 respectivamente para cada uma das três juízas. A confiabilidade inter-avaliador das três juízas foi de 0,2, considerando-se: 0,6 e 0,79, boa; 0,4 e 0,59, moderada; 0,2 e 0,39, regular; entre zero e 0,19,

pobre; entre zero e -1, nenhuma confiabilidade (GAMA *et al.*, 2009; VALENTIM *et al.*, 2010). Para o levantamento dos resultados, considerou-se a as respostas predominantes nos julgamentos das avaliadoras (GAMA *et al.*, 2009; MENZES *et al.*, 2011).

Após a tabulação dos dados, foi aplicado o Teste Qui-quadrado para verificar a significância dos resultados da autoavaliação vocal e da EBL e EBE entre M1XM2, M1XM3 e M2XM3. Aplicou-se o teste de correlação de *Spearman* para verificar a correlação entre a autoavaliação vocal e os parâmetros avaliados na EBL e na EBE. Para todos os testes, considerou-se o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

4.5 Resultados

Tabela 1 – Autoavaliação vocal sobre o efeito global da técnica de FK

M1XM2 n (%)				M1XM3 n (%)			
Voz melhor	Voz pior	Voz igual	p- valor	Voz melhor	Voz pior	Voz igual	p- valor
40(86,96)	2 (4,35)	4 (8,70)	0,0001*	37(80,43)	2 (4,35)	7(15,22)	0,0001*

Teste Qui-quadrado

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

Tabela 2 – Modificações vocais acústicas na EBL entre M1, M2 e M3

		M1XM2			p-valor
		Piora n (%)	Sem alteração n (%)	Melhora n (%)	
Intensidade dos F	F1	9 (19,57)	15 (32,61)	22 (47,83)	0,063
	F2	7 (15,22)	18 (39,13)	21 (45,65)	0,028*
	F3	8 (17,39)	14 (30,43)	24 (52,17)	0,014*
	F4	7 (15,22)	15 (32,61)	24 (52,17)	0,008*
Intensidade das altas frequências		10 (21,74)	9 (19,57)	27 (58,70)	0,001*
Intensidade em todo o espectrograma vocal		10 (21,74)	11 (23,91)	25 (54,35)	0,010*

Presença de ruído	Em todo o espectrograma vocal	17 (36,96)	18 (39,13)	11 (23,91)	0,392
	Nas altas frequências	16 (34,78)	23 (50,00)	7(15,22)	0,015*
	Nas médias frequências	9 (19,57)	24 (52,17)	13 (28,26)	0,019*
	Nas baixas frequências	4 (8,70)	39 (84,78)	3 (6,52)	0,000*
Largura de banda do F	F1	1 (2,17)	38 (82,61)	7 (15,22)	0,000*
	F2	6 (13,04)	23 (50,00)	17 (36,96)	0,007*
	F3	5 (10,87)	26 (56,52)	15 (32,61)	0,000*
	F4	5 (10,87)	28 (60,87)	13 (28,26)	0,000*
Definição dos F	F1	5 (10,87)	28 (60,87)	13 (28,26)	0,000*
	F2	10 (21,74)	11 (23,91)	25 (54,35)	0,010*
	F3	10 (21,74)	14 (30,43)	22 (47,82)	0,000*
	F4	10 (21,74)	16 (34,78)	20 (43,48)	0,191
Regularidade do traçado		11 (23,91)	10 (21,74)	25 (54,35)	0,010*
M1XM3					
		Piora n (%)	Sem alteração n (%)	Melhora n (%)	p-valor
Intensidade dos F	F1	7 (15,22)	15 (32,61)	24 (52,17)	0,008*
	F2	18 (39,13)	6 (13,04)	22 (47,83)	0,010*
	F3	10 (21,74)	11 (23,91)	25 (54,35)	0,010*
	F4	5 (10,87)	17 (36,96)	24 (52,17)	0,002*
Intensidade das altas frequências		7 (15,22)	12 (26,09)	27 (58,70)	0,000*
Intensidade em todo o espectrograma vocal		11 (23,91)	15 (32,61)	20 (43,48)	0,265
Presença de ruído	Em todo o espectrograma vocal	17 (36,96)	19 (41,30)	10 (21,74)	0,233
	Nas altas frequências	20 (43,48)	19 (41,30)	7 (15,22)	0,032*
	Nas médias frequências	19 (41,30)	22 (47,83)	5 (10,87)	0,004*
	Nas baixas frequências	9 (19,57)	34 (73,91)	3 (6,52)	0,000*
Largura de	F1	1 (2,17)	41 (89,13)	4 (8,70)	0,000*

banda do F	F2	10 (21,74)	24 (52,17)	12 (26,09)	0,023*
	F3	7 (15,22)	25 (54,35)	14 (30,43)	0,004*
	F4	4 (8,70)	29 (63,04)	13 (28,26)	0,000*
Definição dos F	F1	4 (8,70)	23 (50,00)	19 (41,30)	0,001*
	F2	17 (36,96)	9 (19,57)	20 (43,48)	0,121
	F3	14 (30,43)	7 (15,22)	25 (54,35)	0,004*
	F4	7 (15,22)	17 (36,96)	22 (47,83)	0,022*
Regularidade do traçado		20 (43,48)	6 (13,04)	20 (43,48)	0,140
M2XM3					
		Piora	Sem	Melhora	p-valor
		n (%)	alteração	n (%)	
			n (%)		
Intensidade dos F	F1	12 (26,09)	22 (47,83)	12 (26,09)	0,113
	F2	20 (43,48)	12 (26,09)	14 (30,43)	0,322
	F3	21 (45,65)	10 (21,74)	15 (32,61)	0,138
	F4	15 (32,61)	17 (36,96)	14 (30,43)	0,858
Intensidade das altas frequências		17 (36,96)	16 (34,78)	13 (28,26)	0,753
Intensidade em todo o espectrograma vocal		20 (43,48)	12 (26,09)	14 (30,43)	0,322
Presença de ruído	Em todo o espectrograma vocal	15 (32,61)	22 (47,83)	9 (19,57)	0,063
	Nas altas frequências	12 (26,09)	26 (56,52)	8 (17,39)	0,002*
	Nas médias frequências	12 (26,09)	25 (54,35)	9 (19,57)	0,008*
	Nas baixas frequências	5 (10,87)	38 (82,61)	3 (6,52)	0,000*
Largura de banda dos F	F1	4 (8,70)	40 (86,96)	2 (4,35)	0,000*
	F2	10 (21,74)	32 (69,57)	4 (8,70)	0,000*
	F3	6 (13,04)	32 (69,57)	8 (17,39)	0,000*
	F4	6 (13,04)	33 (71,74)	7 (15,22)	0,000*
Definição dos F	F1	13 (28,26)	27 (58,70)	6 (13,04)	0,000*
	F2	22 (47,83)	12 (26,09)	12 (26,09)	0,113
	F3	21 (45,65)	13 (28,26)	12 (26,09)	0,204
	F4	21 (45,65)	13 (28,26)	12 (26,09)	0,204
Regularidade do traçado		23 (50,00)	10 (21,74)	13 (28,26)	0,048*

Teste Qui-quadrado

* Valores estatisticamente significantes ($p < 0,05$)

Tabela 3 – Modificações vocais acústicas na EBE entre M1, M2 e M3

		M1XM2			
		Piora	Sem	Melhora	p-valor
		n (%)	alteração	n (%)	
		n (%)			
Intensidade das altas frequências		9 (19,57)	13 (28,26)	24 (52,17)	0,019*
Intensidade em todo o espectrograma vocal		8 (17,39)	17 (36,96)	21 (45,65)	0,055
Presença de ruído	Entre os harmônicos	15 (32,61)	24 (52,17)	7 (15,22)	0,008*
	Nas altas frequências	15 (32,61)	25 (54,35)	6 (13,04)	0,002*
	Nas médias frequências	15 (32,61)	22 (47,83)	9 (19,57)	0,063
	Nas baixas frequências	8 (17,39)	32 (69,57)	6 (13,04)	0,000*
Substituição de harmônicos por ruído	Em todo espectrograma vocal	7 (15,22)	22 (47,83)	17 (36,96)	0,022
	Nas altas frequências	4 (8,70)	25 (54,35)	17 (36,96)	0,000*
	Nas médias frequências	11 (23,91)	20 (43,48)	15 (32,61)	0,265
	Nas baixas frequências	2 (4,35)	41 (89,13)	3 (6,52)	0,000*
Definição de harmônicos		12 (26,09)	9 (19,57)	25 (54,35)	0,008*
Regularidade do traçado		9 (19,57)	14 (30,43)	23 (50)	0,037*
Número de harmônicos		15 (32,61)	9 (19,57)	22 (47,83)	0,063
Presença de sub-harmônicos		2 (4,35)	40 (86,96)	4 (8,70)	0,000*
		M1XM3			
		Piora	Sem	Melhora	p-valor
		n (%)	alteração	n (%)	
		n (%)			
Intensidade das altas frequências		6 (13,04)	19 (41,30)	21 (45,65)	0,013*
Intensidade em todo o espectrograma vocal		12 (26,09)	10 (21,74)	24 (52,17)	0,023*
Presença de ruído	Entre os harmônicos	21 (45,65)	18 (39,13)	7 (15,22)	0,028*

	Nas altas frequências	18 (39,13)	25 (54,35)	3 (6,52)	0,000*
	Nas médias frequências	21 (45,65)	15 (32,61)	10 (21,74)	0,138
	Nas baixas frequências	16 (34,78)	25 (34,78)	5 (10,87)	0,001*
Substituição de harmônicos por ruído	Em todo espectrograma vocal	10 (21,74)	23 (50,00)	13 (28,26)	0,048*
	Nas altas frequências	6 (13,04)	29 (63,04)	11 (23,91)	0,000*
	Nas médias frequências	11 (23,91)	24 (52,17)	11 (23,91)	0,025*
	Nas baixas frequências	7 (15,22)	35 (76,09)	4 (8,70)	0,000*
Definição de harmônicos		18 (39,13)	8 (17,39)	20 (43,48)	0,067
Regularidade do traçado		15 (32,61)	8 (17,39)	23 (50,00)	0,025*
Número de harmônicos		16 (34,78)	13 (28,26)	17 (36,96)	0,753
Presença de sub-harmônicos		-	43 (93,48)	3 (6,52)	0,000*
M2XM3					
		Piora n (%)	Sem alteração n (%)	Melhora n (%)	p-valor
Intensidade das altas frequências		19 (41,30)	15 (32,61)	12 (26,09)	0,447
Intensidade em todo o espectrograma vocal		17 (36,96)	14 (30,43)	15 (32,61)	0,858
Presença de ruído	Entre os harmônicos	13 (28,26)	24 (52,17)	9 (19,57)	0,019*
	Nas altas frequências	8 (17,39)	31 (67,39)	7 (15,22)	0,000*
	Nas médias frequências	15 (32,61)	22 (47,83)	9 (19,57)	0,063
	Nas baixas frequências	12 (26,09)	28 (60,87)	6 (13,04)	0,000*
Substituição de harmônicos por ruído	Em todo espectrograma vocal	16 (34,78)	24 (52,17)	6 (13,04)	0,005*
	Nas altas frequências	14 (30,43)	25 (54,35)	7 (15,22)	0,004*

Nas médias frequências	13 (28,26)	27 (58,70)	6 (13,04)	0,000*
Nas baixas frequências	6 (13,04)	37 (80,43)	3 (6,52)	0,000*
Definição de harmônicos	21 (45,65)	9 (19,57)	16 (34,78)	0,093
Regularidade do traçado	18 (39,13)	17 (36,96)	11 (23,91)	0,392
Número de harmônicos	19 (41,30)	13 (28,26)	14 (30,43)	0,509
Presença de sub-harmônicos	-	43 (93,48)	3 (6,52)	0,000*

Teste Qui-quadrado

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

Tabela 4 – Correlação entre a autoavaliação vocal e as variáveis da EBL

		Autoavaliação vocal			
		M1XM2		M1XM3	
		r	p-valor	r	p-valor
Intensidade dos F	F1	-0,098	0,514	0,198	0,185
	F2	0,069	0,644	0,232	0,120
	F3	0,092	0,539	0,3193	0,030*
	F4	0,037	0,804	0,200	0,182
Intensidade das altas frequências		0,109	0,467	0,051	0,732
Intensidade em todo o espectrograma vocal		0,086	0,565	0,066	0,659
Presença de ruído	Em todo o espectrograma vocal	0,020	0,894	0,027	0,854
	Nas altas frequências	0,054	0,717	0,089	0,555
	Nas médias frequências	0,040	0,787	0,100	0,506
	Nas baixas frequências	-0,023	0,877	0,091	0,547
Largura de banda do F	F1	-0,025	0,863	0,091	0,543
	F2	0,158	0,292	-0,123	0,414
	F3	0,230	0,123	0,165	0,270
	F4	-0,085	0,573	0,174	0,245
Definição dos F	F1	0,124	0,407	0,000	0,998
	F2	0,264	0,075	0,162	0,281

F3	0,140	0,350	0,125	0,407
F4	-0,039	0,796	0,137	0,367
Regularidade do traçado	0,107	0,478	0,055	0,711

Teste de correlação de Spearman

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

Tabela 5 – Correlação entre a autoavaliação vocal e as variáveis da EBE

		Autoavaliação vocal			
		M1XM2		M1XM3	
		r	p valor	r	p valor
Intensidade das altas frequências		0,020	0,891	0,185	0,216
Intensidade em todo o espectrograma vocal		0,061	0,685	0,102	0,498
Presença de ruído	Entre os harmônicos	0,080	0,592	-0,085	0,573
	Nas altas frequências	0,060	0,687	-0,185	0,218
	Nas médias frequências	0,096	0,525	-0,119	0,427
	Nas baixas frequências	-0,045	0,766	0,067	0,657
Substituição de harmônicos por ruído	Em todo espectrograma vocal	-0,067	0,655	0,195	0,193
	Nas altas frequências	-0,006	0,966	0,016	0,915
	Nas médias frequências	-0,123	0,415	0,392	0,006*
	Nas baixas frequências	0,047	0,752	0,147	0,329
Definição de harmônicos		0,008	0,953	0,323	0,028*
Regularidade do traçado		-0,098	0,512	0,236	0,113
Número de harmônicos		0,013	0,927	0,335	0,022*
Presença de sub-harmônicos		-0,148	0,324	0,129	0,390

Teste de correlação de Spearman

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

4.6 Discussão

O registro visual proveniente da análise vocal, por meio da espectrografia, apresenta a distribuição da energia na frequência e no tempo. Além disso parece ser um instrumento eficaz para verificar o efeito das técnicas vocais e para avaliar a evolução do processo terapêutico, ainda que seja uma análise complementar à avaliação vocal perceptivo-auditiva (CORTÊS, GAMA, 2010; ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010; VALENTIM, CORTÊS, GAMA, 2011).

Na fonte glótica, ocorre a transformação do ar que sai dos pulmões em energia acústica, graças aos movimentos da mucosa das pregas vocais e dos músculos laríngeos intrínsecos adutores e tensores. Esse processo é capaz de produzir infinitos ciclos de ondas complexas que são direcionadas para o trato vocal, chamados de harmônicos, de forma que o primeiro harmônico é a frequência fundamental (f_0). Determinados grupos de harmônicos são amplificados e chamados de formantes (F), dependendo da conformação do trato vocal, decorrentes das diversas mobilizações dos articuladores, permitindo a distinção de vários sons da língua. Os F são mais bem evidenciados na EBL (PINHO, CAMARGO, 2001).

Na EBL do presente estudo, houve melhora significativa da intensidade de F2, F3, F4 e das altas frequências, melhora significativa da definição de F2 e F3 e da regularidade do traçado imediatamente após o FK (M1XM2). Também se verificou aumento significativo da intensidade de todos os F e das altas frequências, bem como melhora significativa da definição de F3 e F4, após cinco minutos de silêncio absoluto depois da realização do FK (M1XM3) (Tabela 2).

Tais resultados indicam melhora da ressonância vocal, diminuição do ruído e maior energia harmônica e maior estabilidade da emissão, sugerindo maior coordenação pneumofonoarticulatória, com maior projeção da voz irradiada pelos lábios (PINHO, CAMARGO, 2001), apesar de ter havido piora da presença de ruído nas altas frequências em M1XM3 (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; LAUKKANENE, TITZE, 2008; TITZE, 2008; COSTA *et al.*, 2011).

Achados semelhantes foram encontrados em outro estudo sobre ETVSO (SCHWARZ, CIELO, 2009), não tendo sido encontrados na literatura trabalhos utilizando análise espectrográfica com a técnica de FK.

Em estudo sobre a técnica de vibração sonorizada de língua, também com mulheres sem queixas vocais ou afecções laringeas, com utilização de três séries de 15 repetições em TMF, houve aumento significativo da intensidade e da definição dos F e de todo espectrograma vocal, além de melhora da regularidade do traçado (SCHWARZ, CIELO, 2009).

Alguns autores referem que a intensidade do traçado espectrográfico relaciona-se à pressão sonora que depende, além da força respiratória, da resistência glótica (primeiro ponto de descontinuidade da impedância na produção vocal) (MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; CORTÊS, GAMA, 2010). Na produção vocal, existem pontos que alteram a impedância acústica, de modo que os dois principais são a glote e o trato vocal. O primeiro deles refere-se à relação entre a pressão aérea subglótica e o fluxo de ar que passa entre as pregas vocais, enquanto o segundo refere-se à relação entre a pressão acústica do trato vocal e o fluxo de ar resultante (TITZE, 2006; CORDEIRO *et al.*, 2010).

No presente estudo, o aumento da intensidade do traçado após o FK pode ser explicado em função de que o aumento da impedância do trato vocal, que ocorre no FK pela semioclusão dos lábios, atua como um mecanismo de proteção da glote por aumentar a pressão aérea na região supraglótica, elevando a pressão também em nível glótico. Isso tende a afastar as pregas vocais e reduzir o impacto quando entram em contato medialmente, equilibrando as pressões no nível da glote e do trato vocal (interação fonte e filtro ou ressonância retroflexa) (TITZE *et al.*, 2002; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; TITZE, 2009; CORDEIRO *et al.*, 2010). A literatura mostra que esse processo gera uma fonação mais econômica, possibilitando a mesma produção vocal com menor esforço, maior eficiência vocal e maior absorção do impacto gerado durante a fonação (TITZE *et al.*, 2002; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; PINHO, 2008; COSTA *et al.*, 2011; SIRACUSA *et al.*, 2011).

Dessa forma, é possível pensar que a técnica FK tenha gerado inicialmente aumento da impedância no trato vocal interferindo no som produzido pela glote, o que melhora a intensidade dos elementos espectrográficos com fonação mais econômica após a técnica. Esse efeito é descrito por alguns autores como sendo uma das características mais pronunciadas dos ETVSO (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; COSTA *et al.*, 2011).

O aumento da intensidade do traçado também pode estar relacionado à intensa mobilização da mucosa e à maior sincronia de vibração das pregas vocais que ocorre durante a técnica com conseqüente melhora do sinal laríngeo. Isso gera aumento e maior definição da energia harmônica e melhora da projeção vocal (PINHO, CAMARGO, 2001; BEULAH, 2008; TITZE, 2008; LAUKKANEN, HORÁČEK, KRUPA, 2011).

Houve, ainda, piora da regularidade do traçado entre M2XM3, em contradição com a melhora significativa desse aspecto imediatamente após o FK, sugerindo que este efeito é mais imediato e não se mantém por longo período (Tabela 2).

Não houve alterações quanto à presença de ruído nas altas, médias e baixas frequências entre M1XM2 e M2XM3 nem nas médias e baixas frequências entre M1XM3. Também não houve alteração na largura de banda dos F e na definição de F1 nos três momentos de comparação (Tabela 2), o que pode ser compreendido pelo fato de o grupo não apresentar queixas vocais, afecções laríngeas ou problemas estomatognáticos que pudessem promover a presença de ruído, nasalidade ou modificações na configuração do trato vocal durante a emissão do /a:/ utilizado para as avaliações. Resultados que vão ao encontro daqueles observados em estudo com indivíduos com vozes adaptadas, no qual também não houve alteração nesses aspectos (SCHWARZ, CIELO, 2009).

É possível que indivíduos com vozes disfônicas tendam a apresentar modificações mais acentuadas quanto ao ruído após fonoterapia. Tal possibilidade converge com um trabalho que verificou redução significativa de ruído na espectrografia de vozes masculinas e femininas, com diferentes tipos de disfonia, após a fonoterapia, embora sem descrição das técnicas usadas em cada um dos casos de disfonia (CORTÊS, GAMA, 2010).

Na EBE, houve aumento significativo da intensidade das altas frequências, da definição dos harmônicos e da regularidade do traçado em M1XM2. Também houve aumento significativo da intensidade das altas frequências, de todo espectrograma vocal e da regularidade do traçado em M1XM3 (Tabela 3), sugerindo aumento da energia harmônica e diminuição da energia aperiódica do espectrograma vocal em M2, mantendo-se com maior estabilidade de emissão em M3 (CORTÊS, GAMA, 2010), apesar de ter havido piora significativa da presença do ruído entre os harmônicos entre M1xM3.

A mobilização intensa da mucosa, que ocorre devido ao aumento do fluxo aéreo durante a técnica, faz com que a prega vocal vibre de forma mais sincronizada, promovendo melhora da fonte do sinal laríngeo, pela renovação da camada de muco e homogeneização da mucosa. Isso favorece o aumento do número de harmônicos amplificados e sua maior definição, que por sua vez são mais bem propagados e modificados pelo trato vocal, com melhora da ressonância (PINHO, CAMARGO, 2001; BEULAH, 2008; TITZE, 2008; LAUKKANEN, HORÁČEK, KRUPA, 2011).

Dessa forma é possível que o FK melhore a vibração da onda mucosa das pregas vocais devido aos resultados positivos encontrados na EBE (Tabela 3) e que possa ser utilizado como recurso terapêutico em casos de disfonias com rigidez de mucosa, embora não tenham sido encontrados na literatura estudos referentes à eficácia dessa técnica vocal. Para tanto, sugere-se a realização de estudos longitudinais abordando o FK em vozes disfônicas.

Ainda, neste trabalho, houve alguns aspectos em que significativamente não ocorreram alterações, como a presença de sub-harmônicos em M1XM2XM3, a presença de ruído entre os harmônicos, nas altas e nas baixas frequências entre M1XM2, a presença de ruído nas altas e nas baixas frequências, e a substituição de harmônicos por ruído em todo espectrograma vocal e nas altas, médias e baixas frequências entre M1XM3 (Tabela 3) reforçam o fato já mencionado de o grupo estudado não apresentar queixas vocais, afecções laríngeas, e apresentarem vozes adaptadas.

O aumento da impedância acústica no trato vocal, que ocorre durante ETVSO, também tende a gerar mudanças na autopercepção vocal do paciente, pois altera a propriocepção, facilitando o controle e a execução da técnica e auxiliando o automonitoramento da voz (TITZE, 2006; COSTA *et al.*, 2011). No presente estudo, por meio da autoavaliação vocal, verificou-se que a maioria significativa dos sujeitos referiu voz melhor nos dois momentos após o FK (Tabela 1).

Esse fato sugere que o FK gerou maior conforto à fonação, possivelmente devido à mudança no padrão vibratório das pregas vocais que diminuiu o grau de tensão adutora e ao equilíbrio das pressões sub e supraglótica (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA E BEHLAU, 2008). Tais resultados também podem estar relacionados à melhora da ressonância, visualizada na análise espectrográfica (Tabelas 2 e 3).

Os ETVSO geram vibrações nas estruturas orofaciais e por vezes no peito, além da contrapressão na laringe (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008), sendo um fator importante a ser considerado na terapia fonoaudiológica, uma vez que favorecem o aumento da motivação do paciente que consegue perceber quais modificações positivas estão ocorrendo em sua voz. Por tal motivo, a autoavaliação vocal do sujeito tem sido muito valorizada e descrita em diversas pesquisas (TITZE *et al.*, 2002; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; SIRACUSA *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011; COSTA *et al.*, 2011).

A melhora da autopercepção da voz após o FK vai ao encontro da literatura sobre ETVSO (D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; COSTA *et al.*, 2011). Em estudo que verificou os efeitos imediatos da execução de um minuto da técnica de fonação em tubos em indivíduos com e sem afecções laríngeas, a autoavaliação vocal mostrou predomínio significativo de sensações positivas (voz mais fácil e melhor) em ambos os grupos avaliados (COSTA *et al.*, 2011).

Na autoavaliação realizada pelos sujeitos, em pesquisa que avaliou o efeito da técnica de som fricativo sonoro /ž/, a maioria significativa do grupo percebeu sua voz melhor. Dentre as sensações positivas mencionadas, estavam “voz mais limpa e clara, com maior facilidade de produção, menos tremida, mais regular, forçando menos a emissão e conseguindo manter mais a voz” (D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010).

No entanto, em pesquisa com a realização de um minuto de sopro sonorizado com idosos, a maioria significativa não percebeu qualquer efeito após a execução da técnica. Isso ocorreu possivelmente devido ao fato de o tempo de execução de um minuto ter sido insuficiente para ocasionar percepção de modificações vocais pelos sujeitos (SIRACUSA *et al.*, 2011).

No atual estudo, houve correlação positiva significativa em M1XM3 entre a melhora da autoavaliação vocal e o aumento da intensidade de F3 na EBL (BEHAU, 2008; TITZE, 2009; LEINO, LAUKKANEN, RADOLF, 2010), e entre a melhora da autoavaliação vocal e a maior definição e número de harmônicos na EBE (Tabela 4), mostrando a reciprocidade entre a sensação subjetiva de melhora vocal após o FK e a melhora da energia harmônica nas espectrografias, apesar da correlação com a substituição de harmônicos por ruído nas médias frequências na EBE.

Não foram encontrados na literatura trabalhos que tenham abordado tais correlações, sendo necessário maior número de pesquisas, usando diferentes ferramentas de avaliação e diferentes grupos de estudo para aprofundar o conhecimento sobre os efeitos e a eficácia da técnica FK, permitindo a ampliação das discussões acerca deste tema.

4.7 Conclusão

De forma geral, após o FK, a EBL mostrou aumento da intensidade e da definição dos F, aumento da intensidade das altas frequências e melhora de regularidade do traçado. Não houve mudanças na largura de banda dos F, na definição de F1 e na presença de ruído nas altas, médias e baixas frequências. No entanto, houve aumento da presença do ruído nas altas frequências e piora da regularidade do traçado.

A EBE mostrou aumento da intensidade das altas frequências e de todo o espectrograma, melhora da regularidade do traçado, melhora da definição dos harmônicos. Não houve mudanças na presença de ruído entre os harmônicos nas altas e baixas frequências, na substituição de harmônicos por ruído nas altas, médias e baixas frequências e em todo o espectrograma vocal, e na presença de sub-harmônicos. Porém, houve piora da presença do ruído entre os harmônicos. A autoavaliação vocal evidenciou voz melhor após o FK.

Houve correlação positiva entre a autoavaliação de voz melhor e o aumento de intensidade de F3 na EBL e entre a autoavaliação de voz melhor e o aumento de definição e número de harmônicos, apesar da correlação positiva com a substituição de harmônicos por ruído nas médias frequências na EBE.

É possível que o FK aumente a energia harmônica, a projeção e a estabilidade da emissão, proporcionando voz de melhor qualidade para o sujeito.

4.8 Referências

1. Azevedo LL, Passaglio KT, Rosseti MB, Silva CB, Oliveira BFV, Costa RC. Avaliação da performance vocal antes e após a vibração sonorizada de língua. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2010;15(3):343-8
2. Andrews ML. Manual de tratamento da voz: da pediatria à geriatria. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
3. Barros APB, Carrara-de-Angelis E. Análise acústica da voz. In: Dedivitus RA, Barros APB. Métodos de Avaliação e Diagnóstico da Laringe e Voz. São Paulo: Lovise, 2002. p. 200-221.
4. Behlau M. Voz o Livro do Especialista. Rio de Janeiro: Revinter; 2008.
5. Behlau M. Técnicas vocais. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO. Tratado de fonoaudiologia. São Paulo: Roca, 2004. p. 42-58.
6. 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):282-8.
7. Colton RH, Casper JK. Leonard, R. Compreendendo os problemas de voz: uma perspectiva fisiológica ao diagnóstico e ao tratamento. Porto Alegre: Artes Médicas, 3^o edição. 2010.
8. Costa CB; Costa LHC; Oliveira G; Behlau M. Immediate effects of the phonation into a straw exercise. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77(4):461-5.
9. Codeiro GF, Montagnoli AN, NemrNK, Menezes MHM, Tsuji DH. Comparative Analysis of the Closed Quotient for Lip and Tongue Trills in Relation to the Sustained Vowel /e/. *J Voice.* 2011;26(1):17-22.
10. Côrtes MG, Gama ACC. Análise visual de parâmetros espectrográficos pré e pós-fonoterapia para disfonias. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2010;15(2):243-9.
11. D'Avila H, Cielo CA, Siqueira MS. Som fricativo sonoro /Ž/: modificações vocais. *Rev CEFAC.* 2010;12(6):915-24.

12. Gama ACC, Alves CFT, Cercau JSB, Teixeira LC. Correlação entre dados perceptivo auditivos e qualidade de vida de idosas. *Pró-fono*. 2009;21(2):125-30.
13. Gama ACC, Santos LLM, Sanches NA, Côrtes MG, Bassi IB. Estudo do efeito do apoio visual do traçado espectrográfico na confiabilidade da análise perceptivo-auditiva. *Rev. CEFAC*. 2011; 13(2):314-321.
14. 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*. (In press) 2011.
15. Law T, Lee KIS, Ho FNY, Viantis AC, Hasselt AC, Tong MCF. The effectiveness of Group Voice Therapy: A Group Climate Perspective. *J Voice*. (In press) 2011.
16. Laukkanen AM, Horáček J, Krupa P, Švec JG. 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. (In press) 2011.
17. 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.
18. Leino T, Laukkanen AM, Radolf V. Formation of the actor's/speaker's formant: A study applying spectrum analysis and computer modeling. *J Voice*. 2010; 25(2):150-58.
19. Magri A, Stamado T, Camargo Z. A. Influência da largura de banda de formantes na qualidade vocal. *Rev CEFAC*. 2009; 11(2):296-304.
20. Martens JWAF, Versnel H, Dejonckere PH. The effect of visibre speech in the perceptual rating of pathological voices. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007; 133(1): 178-5.
21. McHenry M, Johnson J, Foshea B. The Effect of Specific Versus Combined Warm-up Strategies on the Voice. *J Voice*. 2008; 23(5):572-6.

22. Menezes MH, Duprat AC, Costa HO. Vocal and Laryngeal Effects of Voiced Tongue Vibration Technique According to Performance Time. *J Voice*. 2005; 19(1):61-70.
23. Mendonça RA, Sampaio TMM, Oliveira DSF. Avaliação do programa de exercícios funcionais vocais de Stemple e Gerdeman em professores. *Rev CEFAC*. 2010 12(3):471-482.
24. Morrison M, Rammage L. The management of voice disorders. Singular Publishing Group, San Diego, London, 1994.
25. Nemr K, Amar A, Arahão M, Leite GCA, Köhle J, Santos AO, Correa LAC. Análise comparativa entre avaliação fonoaudiológica perceptivo-auditiva, análise acústica e laringoscopias indiretas para avaliação vocal com queixa vocal. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2005; 71(1):13-17.
26. Nunes RB, Souza AMV, Duprat AC, Silva MAA, Costa RC, Paulinho JG. Análise do trato vocal em pacientes com nódulos, fendas e cisto de prega vocal. *Braz J Otorhinol*. 2009; 75(2):188-92.
27. Pinho SMR. Fundamentos em fonoaudiologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
28. Pinho SMR, Camargo Z. Introdução à análise acústica da voz e da fala. In: *Tópicos em voz*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 19-44.
29. Pontes PAL, Vieira VP, Gonçalves MIR, Pontes AAL. Características das vozes roucas, ásperas e normais: análise acústica espectrográfica comparativa. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2002;68(2):182-8.
30. Sampaio M, Oliveira G, Behlau M. Investigação de efeitos imediatos de dois exercícios de trato vocal semiocluido. *Pró-Fono*. 2008; 20(4):261-66.
31. 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.
32. Saxon KG, Schneider CM. Vocal exercise physiology. California: Singular Publishing Group, 1995.

33. Schwarz K, Cielo CA. Modificações laríngeas e vocais produzidas pela técnica de vibração sonorizada de língua. *Pró-Fono*. 2009; 21(2):161-6.
34. Titze IR, Laukkanen AM, Finnegan EM, Jaiswal S. Raising lung pressure and pitch in vocal warm-ups: the use of flow-resistant straws. *J Singing*. 2002; 58(4), 329-38.
35. Titze I. Voice training and therapy with a semiocluded vocal tract: rational and scientific underpinnings. *J Speech Lang Hear Res*. 2006; 49(2):448-59.
36. Titze I. How are harmonics produced at the voice source? *J Sing*. 2009;65: 575–6.
37. Teles VC, Rosinha ACU. Análise Acústica dos formantes e das medidas de perturbação do sinal sonoro em mulheres sem queixas vocais, não fumantes e não etilista. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2008;12(4):523-30.
38. Valentim AF, Côrtes NG, Gama ACC. Análise espectrográfica da voz: efeito do treinamento visual na confiabilidade da avaliação. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2010;15(3):335-42.
39. Zimmer V, Cielo CA, Finger LS. Modificações vocais acústicas espectrográficas produzidas pela fonação reversa. *Rev. CEFAC*. 2010. *Rev CEFAC*. 2010; 12(4):535-42.
40. 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.

5 DISCUSSÃO GERAL

A voz é produzida através da interação entre o fluxo de ar dos pulmões, o controle muscular respiratório e da laringe e a flexibilidade da camada mucosa, que mantém a vibração das pregas vocais. Quanto maior for o equilíbrio dessa interação, maior é a economia vocal (TITZE, 2006; COSTA *et al.*, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011).

O aumento da pressão intra-oral que ocorre durante o FK, bem como nos demais ETVSO, aumenta a ressonância retroflexa que, juntamente com a continuidade da vibração das pregas vocais, ocasiona expansão de todo trato vocal (TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2011), e tende à maior estabilidade e qualidade da fonação. A redução significativa da vAm após a realização do FK em M3 e do DSH em M2 (Tabela 1) sugere maior estabilidade e diminuição de ruído vocal gerada pela técnica, convergindo com a literatura.

Estudo com mulheres adultas sem afecções laringeas descreveu os efeitos da técnica do ETVSO de vibração lingual sonorizada. Após mais de três minutos de execução da técnica, verificou-se melhora significativa de vf0 e de PPQ (medida de *jitter*) (ZIMMER, 2011), também evidenciando maior estabilidade de longo termo e diminuição da perturbação de frequência de curto termo.

A vAm e a vf0, como medidas acústicas de perturbação de longo termo, podem ser detectadas perceptivo-auditivamente pela orelha humana quando aumentadas (PINHO, CAMARGO, 2001; BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; ZIMMER, 2011). No presente estudo, houve diminuição percentual do parâmetro perceptivo-auditivo de instabilidade vocal da RASATI nos três momentos analisados (Tabela 2), convergindo com a redução significativa da vAm após a realização do FK em todos os momentos (Tabela 1).

É possível que a técnica FK tenha gerado maior estabilidade vocal pelo equilíbrio da pressão sonora e do fluxo aéreo pulmonar e pelo aumento do controle neuromuscular da laringe, respiração e articulação, promovendo melhora da coordenação pneumofonoarticulatória (SCARPEL, PINHO, 2001; BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; TITZE, 2008), o que também é favorecido pela

melhora da autopercepção de todo o trato vocal que ocorre durante o exercício (SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008).

O aumento da pressão intra-oral, relatado nos ETVSO, altera o padrão de vibração das pregas vocais (ressonância retroflexa), aumentando a amplitude vibratória da mucosa, que gera maior energia harmônica com redução do ruído, além de possivelmente reduzir a força adutora glótica e aumentar a superfície de contato entre as pregas vocais durante a vibração (TITZE *et al.*, 2002, TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008).

Nesta pesquisa, o aumento da energia harmônica e redução do ruído podem ser ilustrados pela diminuição significativa de NHR e DSH em M2 (Tabela 2), sugerindo que o FK possa ter gerado maior simetria vibratória das pregas vocais com sinal mais periódico e aumento do componente harmônico, diminuição da energia aperiódica do sinal e maior estabilidade vocal após a realização do FK (PINHO, CAMARGO, 2001; BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; BEBER, CIELO, 2010).

Esse resultado converge com dois estudos recentes que verificaram as modificações vocais ocorridas em relação ao tempo de execução da técnica de vibração lingual sonorizada (ETVSO). Ambos evidenciaram redução significativa do ruído após três minutos de execução da técnica, comparando-se com o momento anterior à realização da mesma (AZEVEDO *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011).

Nesta pesquisa, DSH e NHR diminuíram significativamente em M2, sinalizando diminuição da aperiodicidade no sinal vocal, mas não houve correlação dessas medidas com nenhum dos parâmetros da RASATI (Tabela 3), divergindo da literatura que associa o ruído à percepção auditiva de rouquidão na voz (BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; BEHLAU, 2008). No entanto, tais resultados devem ser confirmados em futuros estudos incluindo vozes disfônicas, considerando-se que as participantes desta pesquisa apresentavam vozes adaptadas (Tabela 2) e a análise acústica é capaz de apontar até mesmo as pequenas alterações não captadas pela orelha humana. Assim, é possível que, no grupo avaliado, não tenha havido correlação entre as medidas acústicas e a perceptivo-auditivas quanto ao ruído.

A transformação do ar que sai dos pulmões em energia acústica, que ocorre na glote produz infinitos ciclos de ondas complexas que são direcionadas para o trato vocal, chamados de harmônicos, de forma que o primeiro harmônico é a

frequência fundamental (f_0). Determinados grupos de harmônicos são amplificados e chamados de formantes (F), dependendo da conformação do trato vocal, decorrentes das diversas mobilizações dos articuladores, permitindo a distinção de vários sons da língua. Os F são mais bem evidenciados na EBL (PINHO, CAMARGO, 2001).

Na EBL do presente estudo, houve melhora significativa da intensidade de F2, F3, F4 e das altas frequências, melhora significativa da definição de F2 e F3, e da regularidade do traçado imediatamente após o FK (M1XM2); também verificou-se aumento significativo da intensidade de todos os F e das altas frequências e melhora significativa da definição de F3 e F4, após cinco minutos de silêncio absoluto depois da realização do FK (M1XM3) (Tabela 2).

Tais resultados indicam melhora da ressonância vocal, diminuição do ruído e maior energia harmônica e maior estabilidade da emissão, sugerindo maior coordenação pneumofonoarticulatória, com maior projeção da voz irradiada pelos lábios (PINHO, CAMARGO, 2001), apesar de ter havido piora da presença de ruído nas altas frequências em M1XM3, convergindo também com os resultados da análise acústica mencionados anteriormente.

Achados semelhantes foram encontrados em outro estudo sobre ETVSO (SCHWARZ, CIELO, 2009), não tendo sido encontrados na literatura trabalhos com a técnica de FK.

Em estudo sobre a técnica de vibração sonorizada de língua, também com mulheres sem queixas vocais ou afecções laríngeas, com utilização de três séries de 15 repetições em TMF, houve aumento significativo da intensidade e da definição dos F e de todo espectrograma vocal, além de melhora da regularidade do traçado (SCHWARZ, CIELO, 2009).

Alguns autores referem que a intensidade do traçado espectrográfico relaciona-se à pressão sonora que depende, além da força respiratória, da resistência glótica (primeiro ponto de descontinuidade da impedância na produção vocal) (MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; CORTÊS, GAMA, 2010). Na produção vocal, existem pontos que alteram a impedância acústica, de modo que os dois principais são a glote e o trato vocal. O primeiro deles refere-se à relação entre a pressão aérea subglótica e o fluxo de ar que passa entre as pregas vocais, enquanto o segundo, à relação entre a pressão acústica do trato vocal e o fluxo de ar resultante do mesmo (TITZE, 2006; CORDEIRO *et al.*, 2010).

No presente estudo, o aumento da intensidade do traçado após o FK pode ser explicado em função de que o aumento da impedância do trato vocal, que ocorre no FK pela semioclusão dos lábios, atua como um mecanismo de proteção da glote por aumentar a pressão aérea na região supraglótica, elevando a pressão também em nível glótico. Isso tende a afastar as pregas vocais e reduzir o impacto quando entram em contato medialmente, equilibrando as pressões no nível da glote e do trato vocal (interação fonte e filtro ou ressonância retroflexa) (TITZE *et al.*, 2002; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; TITZE, 2009; CORDEIRO *et al.*, 2010).

A literatura mostra que esse processo gera uma fonação mais econômica, possibilitando a mesma produção vocal com menor esforço, maior eficiência vocal e maior absorção do impacto gerado durante a fonação (TITZE *et al.*, 2002; TITZE, 2006; LAUKKANEN *et al.*, 2008; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; PINHO, 2008; COSTA *et al.*, 2011; SIRACUSA *et al.*, 2011).

Desta forma, é possível pensar que a técnica FK tenha gerado inicialmente aumento da impedância no trato vocal interferindo no som produzido pela glote, como mostram os resultados significativos da análise acústica, o que melhora a intensidade dos elementos espectrográficos com fonação mais econômica após a técnica. Esse efeito é descrito por alguns autores como sendo uma das características mais pronunciadas dos ETVSO, e por isso sendo indicados para aperfeiçoamento vocal principalmente para profissionais da voz (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; COSTA *et al.*, 2011).

Ainda, pela mobilização intensa da mucosa durante a técnica que produz vibração mais sincronizada das pregas vocais, e melhora do sinal laríngeo, pela renovação da camada de muco e homogeneização da mucosa, o que gera aumento do número de harmônicos amplificados e sua maior definição, que por sua vez são mais bem propagados e modificados pelo trato vocal, com melhora da projeção vocal (PINHO, CAMARGO, 2001; BEULAH, 2008; TITZE, 2008; LAUKKANEN, HORÁČEK, KRUPA, 2011).

Neste grupo de mulheres sem queixas vocais, com voz adaptada e laringe sem afecções, cuja faixa de normalidade para f_0 vai de 150 a 250 Hz (BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; BEHLAU, 2008; AZEVEDO *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011), houve aumento significativo da f_0 após o FK, mas ainda dentro da faixa de normalidade para vozes femininas.

Conforme a literatura, o aumento discreto da f0 para o uso da voz profissional é indicado, visando à maior resistência vocal, uma vez que o músculo cricotireoideo (CT) é mais resistente à fadiga do que o tiroaritenóideo (TA) (PINHO, CAMARGO, 2001; SCARPEL, PINHO, 2001; PINHO, PONTES, 2008; MENDONÇA, SAMPAIO, OLIVEIRA, 2010; COSTA *et al.*, 2011), mas utilizando-se a laringe em posição baixa e estável, evitando tensão excessiva de adução das pregas vocais (SCARPEL, PINHO, 2001; CORDEIRO *et al.*, 2011). Por ser um ETVSO, o FK aumenta a ressonância retroflexa, diminuindo a força adutora (TITZE, 2006; CORDEIRO *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2011) com a tendência de a laringe permanecer em posição baixa e estável, reforçando sua utilização em programas de aquecimento vocal.

Esse efeito de sutil elevação da f0 do FK também poderia ser utilizado na fonoterapia, quando o objetivo é elevar a f0, como nas puberfonias por mutação sobrepassada e na voz de transexuais de masculino para feminino (PINHO, 2001; BEHLAU, 2008).

Os efeitos de um programa de aquecimento vocal foram analisados, por meio do MDVP, em mulheres sem afecções laríngeas divididas em um grupo de estudo (40 mulheres que realizaram o programa durante 30 minutos) e um grupo de controle (45 mulheres em repouso vocal durante 30 minutos). O programa incluiu alongamento cervical, bocejo com emissão das vogais, som basal, exercício de sopro e som agudo, exercícios de ressonância, escalas musicais ascendentes e descendentes e os ETVSO de vibração lingual sonorizada e firmeza glótica. No grupo de controle, não houve mudanças e no grupo de estudo, após o programa, houve melhora no desempenho vocal, menor pressão sonora, maior alcance de frequência e aumento significativo da f0 (VAN LIERDE *et al.*, 2011).

Esse aumento significativo da f0 foi encontrado também em pesquisas com outros ETVSO. Três estudos que avaliaram os efeitos da técnica de vibração lingual sonorizada, em mulheres sem afecções laríngeas, encontraram aumento significativo da f0 após a técnica (SCHWARZ, CIELO, 2009; AZEVEDO *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011). Em dois deles, as participantes realizaram três séries de 15 repetições da técnica e atribuiu-se o aumento significativo da f0 à ação normotensora desse ETVSO sobre a musculatura laríngea intrínseca, diminuindo a ação adutora e tensora do TA (SCHWARZ, CIELO, 2009; ZIMMER, 2011). No terceiro estudo, também foi observado aumento constante e significativo da f0 após

três e cinco minutos de execução da técnica de vibração lingual sonorizada (AZEVEDO *et al.*, 2011).

Outro estudo utilizou o ETVSO de fonação em tubo de menor diâmetro por um minuto em homens e mulheres com e sem afecções laringeas, mostrando que no grupo de mulheres com lesão, e no grupo de homens sem lesão houve discreto aumento da f_0 . Os autores atribuíram tal aumento à tensão na realização da laringoscopia que poderia ocasionar elevação da laringe, e também à contração do músculo CT (COSTA *et al.*, 2011).

Alguns autores referem que o aumento da f_0 após determinadas técnicas vocais se deve ao fato de favorecerem a normotensão da musculatura laríngea, reduzindo a tensão desnecessária à fonação (SCHWARZ, CIELO, 2009, ZIMMER, 2011; COSTA *et al.*, 2011) e à maior ativação do CT (PINHO, CAMARGO, 2001; BEHLAU, 2008; COSTA *et al.*, 2011).

Outro dado deste estudo que reforça o FK como exercício que propicia o discreto aumento da f_0 e a diminuição de ruído e da instabilidade vocal é o fato de as medidas de frequência (f_0 , f_{hi} e f_{lo}) terem apresentado correlação negativa significativa com os parâmetros perceptivo-auditivos da RASATI de rouquidão e soproidade após o FK, mostrando que, à medida que os valores das medidas de frequência aumentaram, a rouquidão e a soproidade diminuíram (Tabela 3).

Esses resultados são reforçados também pelos achados de correlação significativa negativa entre f_{lo} e instabilidade, ou seja, à medida que os valores de f_{lo} aumentaram a instabilidade diminuiu.

Verificou-se, ainda, correlação significativa positiva após o FK entre o STD e soproidade, astenia e instabilidade, ou seja, quanto maior a variação na sustentação da f_0 (STD), maior a percepção de soproidade, astenia e instabilidade (Tabela 3). Sugere-se, em estudos futuros, a investigação desses achados em vozes disfônicas, pois acredita-se que serão mais evidentes.

As medidas de *jitter*, *Jita* e *sPPQ*, e a medida *SPI* apresentaram correlação positiva com os parâmetros da RASATI de rouquidão, soproidade, astenia e instabilidade e correlação negativa com tensão, ou seja, apresentaram correlação com cinco dos seis parâmetros da RASATI, sugerindo que possivelmente sejam as mais relacionadas aos aspectos perceptivo-auditivos avaliados pela escala (Tabela 1).

A literatura refere que as medidas de *jitter*, incluindo a vf_0 , podem estar relacionadas com a rouquidão e ou aspereza e que as medidas de *shimmer*, incluindo a vAm , podem se relacionar com a soproidade e ou rouquidão, sugerindo descontrolo neuromuscular, aerodinâmico e ou irregularidade/aperiodicidade vibratória (BEHLAU, 2008; BROCKMANN *et al.*, 2011; BEBER, CIELO, 2011).

Aponta-se que as medidas de *jitter* e de *shimmer* tendem a ser aumentadas em casos de distúrbios vocais (BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; BEHLAU, 2008; BEBER, CIELO, 2011). Em relação ao *shimmer*, suas medidas ainda oferecem uma percepção indireta da presença de ruído na produção vocal, de modo que seus valores aumentam conforme o aumento do ruído na produção vocal, como ocorre na soproidade (BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; BEHLAU, 2008).

Neste trabalho, todas as medidas acústicas de curto termo de *jitter* correlacionaram-se significativa e positivamente com os parâmetros perceptivo-auditivos da RASATI de rouquidão, soproidade e **astenia**; todas as medidas acústicas de curto termo de *shimmer* correlacionaram-se significativa e positivamente com rouquidão e soproidade; e as medidas acústicas de vf_0 e vAm correlacionaram-se significativa e positivamente com a rouquidão, soproidade, **astenia** e instabilidade (Tabela 3), sugerindo que se essas medidas acústicas estiverem reduzidas, é possível que o sinal perceptivo-auditivo da fonte glótica apresente maior periodicidade, menor nível de ruído, maior estabilidade e, possivelmente, melhor qualidade.

No presente estudo, observou-se redução significativa de vAm , NHR e DSH e aumento significativo de f_0 em M2 e permanecendo em M3 (Tabela 1), após o FK, porém a melhora dos parâmetros da RASATI não foi significativa, possivelmente por se tratarem de vozes adaptadas. No entanto, é interessante observar a melhora percentual do grau de cada parâmetro da RASATI em M2 e M3 (Tabela 2), salientando-se que a **astenia** piorou para alguns sujeitos, sugerindo menos tensão à fonação após o FK, conforme a literatura. Assim, torna-se necessário o estudo com a técnica FK em vozes disfônicas para confirmação desses efeitos.

Ainda, todas as medidas acústicas de curto termo de *jitter* e o SPI correlacionaram-se significativa e negativamente com o parâmetro perceptivo-auditivo de **tensão** da escala RASATI. Considerando-se que, neste trabalho foram utilizadas amostras vocais de mulheres com voz adaptada em que a **tensão** da escala RASATI diminuiu percentualmente em M2 e desapareceu em M3 (Tabela 2),

coincidindo com o aumento percentual de **astenia**, poder-se-ia pensar neste aspecto do trabalho como maior “firmeza” na emissão e não como um estado de hipertensão como ocorre nas disfonias funcionais, sugerindo que o aumento de “firmeza” durante a emissão vocal pode diminuir a aperiodicidade vibratória e o índice de fonação suave (SPI) à fonação (BARROS, CARRARA-DE-ANGELIS, 2002; PINHO 2003; BEHLAU, 2008).

A permanência da melhora de algumas medidas em M3 (Tabelas 1 e 2) pode ser devida à melhora do controle muscular laríngeo, respiratório e articulatório/ressonantal e da consciência cinestésica e proprioceptiva dos níveis da produção vocal, incluindo a laringe, o trato vocal e a musculatura respiratória (SCARPEL, PINHO, 2001; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008), melhorando a coordenação pneumofoarticulatória. Isto parece ser um indicativo de que o FK oferece alguns efeitos positivos mesmo após cinco minutos de silêncio absoluto.

Houve, ainda, piora da regularidade do traçado entre M2XM3, em contradição com a melhora significativa deste aspecto imediatamente após o FK, sugerindo que este efeito é mais imediato, e não se mantém por longo período (Tabela 2).

O presente estudo não revelou diferenças significativas nas medidas perceptivo-auditivas (Tabela 2) possivelmente por se tratar de sujeitos sem disфонia e sem afecções laríngeas nos quais as modificações do FK tenham sido sutis, concordando com estudo sobre o efeito da fonação em tubos de menor diâmetro, também um ETVSO, em sujeitos com e sem afecções laríngeas e que não verificou diferenças significativas perceptivo-auditivas, mesmo no grupo com afecções (COSTA *et al.*, 2011).

Não houve alterações quanto à presença de ruído nas altas, médias e baixas frequências entre M1XM2 e M2XM3, nem nas médias e baixas frequências entre M1XM3. Também não houve alteração na largura de banda dos F e na definição de F1 nos três momentos de comparação (Tabela 2), o que pode ser compreendido pelo fato de o grupo não apresentar queixas vocais, afecções laríngeas ou problemas estomatognáticos que pudessem promover a presença de ruído, nasalidade ou modificações na configuração do trato vocal durante a emissão do /a:/ utilizado para as avaliações. Resultados que vão ao encontro daqueles observados em estudos com indivíduos com vozes adaptadas, nos quais também não houve alteração nesses aspectos (ZIMMER, 2011).

É possível que indivíduos com vozes disfônicas tendam a apresentar modificações mais acentuadas quanto ao ruído após fonoterapia, convergindo com um trabalho que verificou redução significativa de ruído na espectrografia de vozes masculinas e femininas, com diferentes tipos de disfonia, após a fonoterapia, embora sem descrição das técnicas usadas em cada um dos casos de disfonia (CORTÊS, GAMA, 2010).

Na EBE, houve aumento significativo da intensidade das altas frequências, da definição dos harmônicos e da regularidade do traçado em M1XM2; aumento significativo da intensidade das altas frequências, de todo espectrograma vocal e da regularidade do traçado em M1XM3 (Tabela 3), sugerindo aumento da energia harmônica e diminuição da energia aperiódica do espectrograma vocal em M2, mantendo-se com maior estabilidade de emissão em M3 (CORTÊS, GAMA, 2010), apesar de ter havido piora significativa da presença do ruído entre os harmônicos entre M1xM3.

A mobilização intensa da mucosa, que ocorre devido ao aumento do fluxo aéreo durante a técnica, faz com que a prega vocal vibre de forma mais sincronizada, promovendo melhora da fonte do sinal laríngeo, pela renovação da camada de muco e homogeneização da mucosa, favorecendo o aumento do número de harmônicos amplificados e sua maior definição, que por sua vez são mais bem propagados e modificados pelo trato vocal, com melhora da ressonância (PINHO, CAMARGO, 2001; BEULAH, 2008).

Desta forma é possível que o FK melhore a vibração da onda mucosa das pregas vocais devido aos resultados positivos encontrados na EBE (Tabela 3) e que possa ser utilizado como recurso terapêutico em casos de disfônias com rigidez de mucosa, embora não tenham sido encontrados na literatura estudos referentes à eficácia desta técnica vocal. Para tanto, sugere-se a realização de estudos longitudinais abordando o FK em vozes disfônicas.

Ainda, neste trabalho, houve alguns aspectos em que significativamente não ocorreram alterações, como a presença de sub-harmônicos em M1XM2XM3, a presença de ruído entre os harmônicos, nas altas e nas baixas frequências entre M1XM2, a presença de ruído nas altas e nas baixas frequências, e a substituição de harmônicos por ruído em todo espectrograma vocal e nas altas, médias e baixas frequências entre M1XM3 (Tabela 3) reforçam o fato já mencionado de o grupo

estudado não apresentar queixas vocais, afecções laríngeas, e apresentarem vozes adaptadas (ZIMMER, 2011).

O aumento da impedância acústica no trato vocal, que ocorre durante ETVSO, também tende a gerar mudanças na autopercepção vocal do paciente, pois altera a propriocepção, facilitando o controle e a execução da técnica e auxiliando o auto-monitoramento da voz (TITZE, 2006; COSTA *et al.*, 2011). No presente estudo, por meio da autoavaliação vocal, verificou-se que a maioria significativa dos sujeitos referiu voz melhor nos dois momentos após o FK (Tabela 1).

Esse fato sugere que o FK gerou maior conforto à fonação, possivelmente devido à mudança no padrão vibratório das pregas vocais que diminuiu o grau de tensão adutora e ao equilíbrio das pressões sub e supraglótica (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA E BEHLAU, 2008), resultados que também podem estar relacionados à melhora da ressonância, visualizada na análise espectrográfica (Tabelas 2 e 3).

Os ETVSO geram vibrações nas estruturas orofaciais e por vezes no peito, além da contrapressão na laringe (TITZE, 2006; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008), sendo um fator importante a ser considerado na terapia fonoaudiológica, uma vez que favorecem o aumento da motivação do paciente que consegue perceber quais modificações positivas estão ocorrendo em sua voz. Por tal motivo, a autoavaliação vocal do sujeito tem sido muito valorizada e descrita em diversas pesquisas (TITZE *et al.*, 2002; SAMPAIO, OLIVEIRA, BEHLAU, 2008; SCHWARZ, CIELO, 2009; D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; SIRACUSA *et al.*, 2011; ZIMMER, 2011; COSTA *et al.*, 2011).

A melhora da autopercepção da voz após o FK vai ao encontro da literatura sobre ETVSO (D'AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010; COSTA *et al.*, 2011). Em estudo que verificou os efeitos imediatos da execução de um minuto da técnica de fonação em tubos em indivíduos com e sem afecções laríngeas, a autoavaliação vocal mostrou predomínio significativo de sensações positivas (voz mais fácil e melhor) em ambos os grupos avaliados (COSTA *et al.*, 2011).

Na autoavaliação realizada pelos sujeitos, em pesquisa que avaliou o efeito da técnica de som fricativo sonoro /ʒ/, a maioria significativa do grupo percebeu sua voz melhor. Dentre as sensações positivas mencionadas, estavam “voz mais limpa e clara, com maior facilidade de produção, menos tremida, mais regular, forçando

menos a emissão e conseguindo manter mais a voz” (D’AVILA, CIELO, SIQUEIRA, 2010).

No entanto, em pesquisa com a realização de um minuto de sopro sonorizado com idosos, a maioria significativa não percebeu qualquer efeito após a execução da técnica, possivelmente devido ao fato de o tempo de execução de um minuto ter sido insuficiente para ocasionar percepção de modificações vocais pelos sujeitos (SIRACUSA *et al.*, 2011).

No atual estudo, houve correlação positiva significativa em M1XM3 entre a melhora da autoavaliação vocal e o aumento da intensidade de F3 na EBL (BEHAU, 2008; TITZE, 2009; LEINO, LAUKKANEN, RADOLF, 2010), e entre a melhora da autoavaliação vocal e a maior definição e número de harmônicos na EBE (Tabela 4), mostrando a reciprocidade entre a sensação subjetiva de melhora vocal após o FK e a melhora da energia harmônica nas espectrografias, apesar da correlação com a substituição de harmônicos por ruído nas médias frequências na EBE.

Não foram encontrados na literatura trabalhos que tenham abordado tais correlações, sendo necessário maior número de pesquisas, usando diferentes ferramentas de avaliação e diferentes grupos de estudo para aprofundar o conhecimento sobre os efeitos e a eficácia da técnica FK, permitindo a ampliação das discussões acerca deste tema.

6 CONCLUSÃO GERAL

Após o FK, o grupo de mulheres analisado apresentou significativo aumento da f_0 , dentro dos padrões de normalidade, e redução da vAm , da NHR e do DSH, sugerindo menor tensão muscular adutora, maior estabilidade da amplitude do sinal vocal, redução do ruído e aumento da energia harmônica.

Na escala RASATI, não foram verificadas mudanças significativas, possivelmente pelo grupo não apresentar queixas vocais ou afecções laríngeas, sendo que nenhum sujeito apresentou aspereza.

A EBL mostrou aumento da intensidade e da definição dos F, aumento da intensidade das altas frequências, e melhora de regularidade do traçado. Não houve mudanças na largura de banda dos F, na definição de F1 e na presença de ruído nas altas, médias e baixas frequências após o FK. No entanto, houve aumento da presença do ruído nas altas frequências e piora da regularidade do traçado.

A EBE mostrou aumento da intensidade das altas frequências e de todo o espectrograma, melhora da regularidade do traçado, melhora da definição dos harmônicos. Não houve mudanças na presença de ruído entre os harmônicos nas altas e baixas frequências, na substituição de harmônicos por ruído nas altas, médias e baixas frequências e em todo o espectrograma vocal, e na presença de sub-harmônicos. Porém, houve piora da presença do ruído entre os harmônicos.

A autoavaliação vocal evidenciou voz melhor após o FK.

Referindo-se às correlações, a rouquidão, a **astenia** e a **soprosidade** e a instabilidade correlacionaram-se significativa e positivamente com medidas de *jitter*, *shimmer*, STD, SPI, vf_0 , vAm , NUV e DUV e negativamente com as medidas de frequência e VTI, evidenciando reciprocidade entre os aspectos vocais perceptivo-auditivos avaliados pela RASATI e as medidas acústicas de fonte glótica do MDVPA. A **tensão** correlacionou-se negativamente com as medidas de *jitter* e SPI, sugerindo que o aumento de “firmeza” durante a emissão vocal pode diminuir a aperiodicidade vibratória e o SPI à fonação que pode implicar algum escape de ar.

As medidas de *jitter*, *Jita* e sPPQ, e o SPI correlacionaram-se com cinco dos seis parâmetros da RASATI, apresentando maior associação aos aspectos perceptivo-auditivos avaliados pela escala.

Houve correlação positiva entre a autoavaliação de voz melhor e o aumento de intensidade de F3 na EBL e entre a autoavaliação de voz melhor e o aumento de definição e número de harmônicos, apesar da correlação positiva com a substituição de harmônicos por ruído nas médias frequências na EBE.

É possível que o FK aumente a energia harmônica, a projeção e a estabilidade da emissão, proporcionando voz de melhor qualidade para o sujeito.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

AYDOS, B.; HANAYAMA, E. M. Técnicas de aquecimento vocal utilizadas por professores de teatro. **Rev CEFAC**, v. 6, n. 1, p. 83-88, 2004.

ANDRADE, S.R. **Terapia vocal de base e sons nasais: efeitos sobre disfonias hipercinéticas**. 2007. 103 f Dissertação (Mestrado em Distúrbios da comunicação Humana) Universidade Federal de Santa Maria-UFSM . 2007.

ARAÚJO, S. A.; GRELLET, M.; PEREIRA, J. C.; ROSA, M. O. Normatização de medidas acústicas da voz normal. **Rev Bras Otorrinolaringol**, v. 8, n. 4, p. 540-544, 2002.

BARROS, A. P. B.; CARRARA-DE ANGELIS, E. Análise acústica da voz. In: _____. **Métodos de Avaliação e Diagnóstico da Laringe e Voz**. São Paulo: Lovise, 2002. cap. 15, p. 200-221

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

BEHLAU, M. Técnicas vocais. In: _____. **Tratado de fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. cap. 76, p. 42-58.

BEHLAU, M. **Voz o Livro do Especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2008.

BROCKMANN, M.; DRINNAN, M.J.; STORCK, C.; CARDING PN. Reliable Jitter and Shimmer Measurements in Voice Clinics: The Relevance of Vowel, Gender, Vocal Intensity, and Fundamental Frequency Effects in a Typical Clinical Task. **J Voice**. n. 25; v. 1; p. 44-53; 2011.

BRUM, D. M. et al. Considerações sobre modificações vocais e laríngeas ocasionadas pelo som basal em mulheres sem queixa vocal. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**. v. 15, n. 2, p. 282-288, 2010.

CARRASCO, E. R.; OLIVEIRA, G.; BEHLAU, M. Análise perceptivo-auditiva e acústica da voz de indivíduos gagos. **Rev. CEFAC**. v. 12, n. 6, p. 925-935, 2010.

CERCAU, J. S. B.; ALVES, C. F. T.; GAMA, A. C. C. Análise acústica da voz de mulheres idosas. **Rev CEFAC**, v. 11, n. 1, p. 142-149, 2009.

CERVANTES, O. Doenças neurológicas. In _____. **Métodos de Avaliação e Diagnóstico da Laringe e Voz**. São Paulo: Lovise, 2002. cap. 12, p. 200-221.

CIELO, C. A.; CAPPELLARI, V. M. Tempo máximo de fonação de crianças pré-escolares. **Rev Bras Otorrinolaringol**. v. 74, n. 4, p. 552-560, 2008.

COLTON, R. H.; CASPER, J. K., LEONARD, R. **Compreendendo os problemas de voz: uma perspectiva fisiológica ao diagnóstico e ao tratamento**. Porto Alegre: Artes Médicas, 3^o edição. 2010.

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. 171-181, 2011.

CÔRTEZ, M. G.; GAMA, A. C. C. Análise visual de parâmetros espectrográficos pré e pós-fonoterapia para disfonias. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**. v. 15, n. 2, p. 243-249, 2010.

COSTA, C.B. et al. Immediate effects of the phonation into a straw exercise. **Braz J Otorhinolaryngol**. v. 77, n. 4, p. 461-5, 2011.

COUTINHO, S. B. et al. Voz e fala de Parkinsonianos durante situações de amplificação, atraso e mascaramento. **Pró-Fono**. v. 21, n. 3, p. 219-224, 2009.

CODEIRO, G. F.; MONTAGNOLI, A. N.; NEMR, N.K.; MENEZES, M.H.M.; TSUJI, D.H. Comparative Analysis of the Closed Quotient for Lip and Tongue Trills in Relation to the Sustained Vowel /e/. **J Voice**. v. 26, n. 1, p 17-22, 2011.

D'AVILA, H.; CIELO, C. A.; SIQUEIRA, M. S. Som fricativo sonoro /Ž/: modificações vocais. **Rev CEFAC**. São Paulo. v. 12, n. 6, p. 915-924, 2010.

DEJONCKERE, P.; REMACLE, M.; FREZNEL-ELBAZ, E. **Reability and relevance of differentiated perceptual evaluation of pathological voice quality**. In _____. CLEMENTE, M. P. Voice update. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 321- 24.

DELIYSKI, D. D. **Acoustic model and evaluation of pathological voice production**. **Eurospeech '93**, Berlin, 1993, p. 1969–1972.

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. 659-664, 2006.

FINGER, L. S.; CIELO, C. A. Modificações vocais acústicas produzidas pela fonação reversa. **Rev Soc Bras Fonoaudiol.** v. 14, n. 1, p. 15-21, 2009.

FINGER, L. S.; CIELO, C. A.; SCHWARZ, K. Acoustic vocal measures in women without voice complaints and with normal larynxes. **Braz J Otorhinolaryngol.** v. 75, n. 3, p. 432-440, 2009.

GAMA, A. C. C. et al.. Correlação entre dados perceptivo auditivos e qualidade de vida de idosas. **Pró-fono.** v. 21, n. 2, p. 125-130, 2009.

GAMA, A. C. C. et al. Estudo do efeito do apoio visual do traçado espectrográfico na confiabilidade da análise perceptivo-auditiva. **Rev CEFAC.** v. 13, n. 2, p. 314-321, 2011.

GASPARINI, G.; DIAFÉRIA, G.; BEHLAU, M. Queixa vocal e análise perceptiva-auditiva de pacientes com doença de Parkinson. **R Ci Méd Biol.** v. 2, n. 1, p. 72-76, 2003.

GASKILL, C. S.; ERICKSON, M. L. The Effect of an Artificially Lengthened Vocal Tract on Estimated Glottal Contact Quotient in Untrained Male Voices. **J. Voice,** v. 24, n.1, p. 57-71, 2010.

GASKILL, C.S.; QUINNEY, D.M. The Effect of Resonance Tubes on Glottal Contact Quotient With and Without Task Instruction: A Comparison of Trained and Untrained Voices. **J Voice.**(In press) 2011.

IMAMURA, R.; TSUJI, D. H.; SENNES, L. U. Fisiologia da laringe. In:_____. **Fundamentos em laringologia e voz.** Rio de Janeiro: Revinter, 2006. cap. 1, p. 1-20.

LAUKKANENE, A. M. et al. Effects of a semiocluded vocal tract on laryngeal muscle activity and glottal adduction in a single female subject. **Folia Phoniatr Logop.** v. 60, n. 6, p. 298–311, 2008.

LEINO, T.; LAUKKANEN, A.M.; RADOLF, V. Formation of the actor's/speaker's formant: A study applying spectrum analysis and computer modeling. **J Voice**. v. 25, n. 2, p. 150-158, 2010.

MAGRI, A.; STAMADO, T.; CAMARGO, Z. A. Influência da largura de banda de formantes na qualidade vocal. **Rev CEFAC**. v. 11, n. 2, p. 296-304, 2009.

MARTENS, J. W. M. A. F.; VERSNEL, H.; DEJONCKERE, P. H. The Effect of Visible Speech in the Perceptual Rating of Pathological Voices. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**. v. 133, n. 2, p. 178-185, 2007.

MCHENRY, M.; JOHNSON, J.; FOSHEA, B. The Effect of Specific Versus Combined Warm-up Strategies on the Voice. **J Voice**, v. 23, n. 5, p. 572-576, 2008.

MENDONÇA, R. A.; SAMPAIO, T. .M. .M; OLIVEIRA, D. S. F. Avaliação do programa de exercícios funcionais vocais de Stemple e Gerdeman em professores. **Rev CEFAC**. v. 12, n. 3, p. 471-482, 2010.

MENEZES, M. H.; DUPRAT, A. C.; DUPRAT, H. O. Vocal and Laryngeal Effects of Voiced Tongue Vibration Technique According to Performance Time. **J Voice**. v. 19, n. 1, p. 61-70, 2005.

MORRISON, M. RAMMAGE, L. **The management of voice disorders**. San Diego, London: Singular Publishing Group, 1994.

NASSIF, T. M. et al. Análise acústica das vogais: estudo comparativo de F1 e F2 em indivíduos glossectomizados parciais e no grupo controle. **Arq Ciênc Saúde**, v. 16, n. 1, p. 26-30, 2009.

NEMR, K. et al. Análise comparativa entre avaliação fonoaudiológica perceptivo-auditiva, análise acústica e laringoscopias indiretas para avaliação vocal com queixa vocal. **Rev Bras Otorrinolaringol**, v. 71, n.1, p. 13-17, 2005.

NUNES, R. B.; SOUZA, A. M. V.; DUPRAT, A. C., SILVA, M. A. A.; COSTA, R. C.; PAULINO, J. G. Análise do trato vocal em pacientes com nódulos, fendas e cisto de prega vocal. **Braz J Otorhinol**, v. 75, n. 2, p. 188-192, 2009.

PEREIRA, E. C. et al. Efeito imediato de técnicas vocais em mulheres sem queixa vocal. **Rev CEFAC**, v.13, n.5, p. 886-895, 2011.

PINHO, S. M. R. Avaliação e tratamento de voz. In: _____. **Fundamentos em fonoaudiologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. cap. 1, p. 3-40.

PINHO, S. M. R.; CAMARGO, Z. Introdução à análise acústica da voz e da fala. In: _____. **Tópicos em voz**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. cap. 2, p. 19-44.

PINHO, S. M. R.; PONTES, P. A.L. Processo fonatório. In: _____ **Músculos intrínsecos da laringe e dinâmica vocal**. Rio de Janeiro: Revinter, 2008. cap 1, p. 1-66.

PINHO, S.M.R.; PONTES, P.A.L. **Músculos intrínsecos da laringe e dinâmica vocal**. Rio de Janeiro. Revinter. 2008.

REHDER, M. I. B. C.; BEHLAU, M. Análise vocal perceptivo-auditiva e acústica, falada e cantada de regentes de coral. **Pró-Fono**. v. 20, n. 3, p. 195-200, 2008.

REHDER, M. I. B. C.; BRANCO, A. **Disfonia e disfagia: interface, atualização e prática clínica**. Rio de Janeiro: Revinter, 2011.

RIBEIRO, A. C. et al. Efeito da prótese de palato na análise acústica vocal de pacientes disártricos. **Pró-Fono**. v. 15, n. 1, p. 45-54, 2003.

ROMAN- NIEHUES, G. Modificações vocais decorrentes da técnica fonoterapêutica de sons hiperagudos. 96 f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da comunicação Humana) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

ROMAN-NIEHUES, G.; CIELO, C. A. Modificações vocais acústicas produzidas pelo som hiperagudo. **Rev Cefac**. v. 12, n. 3, p. 462-470, 2010.

SAMPAIO, M.; OLIVEIRA, G.; BEHLAU, M. Investigação de efeitos imediatos de dois exercícios de trato vocal semiocluido. **Pró-Fono**. v. 20, n. 4, p. 261-266, 2008.

SAXON, K. G.; SCHNEIDER, C. M. **Vocal exercise physiology**. California: Singular Publishing Group, 1995.

SCHWARZ, K.; CIELO, C. A. Modificações laríngeas e vocais produzidas pela técnica de vibração sonorizada de língua. **Pró-Fono**. v. 21, n. 2, p. 161-166, 2009.

SIRACUSA, M.G.P.; 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.

SOARES, E. B.; BRITO, C. M. C. P. Perfil vocal do guia de turismo. **Rev CEFAC.** v.8, n.4, p. 501-508, 2006.

SPEYER, R. Effects of Voice Therapy: A Systematic Review. **J Voice**, v. 22, n.5, p. 565-580, 2008.

TELES, V. C.; ROSINHA, A. C.U. Análise Acústica dos formantes e das medidas de perturbação do sinal sonoro em mulheres sem queixas vocais, não fumantes e não etilistas. **Arq Int Otorrinolaringol.** v.12, n.4, p. 523-530, 2008.

TITZE, I. Voice training and therapy with a semiocluded vocal tract: rational and scientific underpinnings. **J Speech Lang Hear Res.** v. 49, n. 2, p. 448-459, 2006.

TITZE, I. Nonlinear source-filter coupling in phonation: Theory **J. Acoust. Soc. Am.** 2008; 123(5):2733-49.

TITZE, I. et al. S. Raising lung pressure and pitch in vocal warm-ups: the use of flow resistant straws. **J Singing.** v. 58, n. 4, p. 329-338, 2002.

VALENTIM, A. F.; CÔRTEZ, N. G.; GAMA, A. C. C. Análise espectrográfica da voz: efeito do treinamento visual na confiabilidade da avaliação. **Rev Soc Bras Fonoaudiol.** v.15, n. 3, p. 335-342, 2010.

VICCO, D. C.; SANTOS, S. M. A. S; GONÇALVES, L. H. T. Análise acústica e perceptivo-auditiva da voz em pacientes Parkinsonianos pré e pós-terapia fonoaudiológica. **Cienc Cuid Saúde;** v. 8, n. 3, p. 313-320, 2009.

VIEIRA, V. P.; BIASE, N.; PONTES, P. Análise acústica e perceptiva auditiva versus coaptação glótica em alteração estrutural Mínima. **ACTA ORL.** v. 24, n. 3, p. 174-180, 2006.

ZIMMER, V; CIELO, C. A; FINGER, L. S. Modificações vocais acústicas espectrográficas produzidas pela fonação reversa. **Rev. CEFAC.** v. 12, n. 4, p. 135-142, 2010.

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.

APÊNDICÊS

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 na data de 15/12/2010 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 "Técnica de finger kazoo: resultados vocais" 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 pesquisadora orientada pela Dra. Carla A. Cielo chama-se Mara Keli Christmann.

Objetivo e Justificativa: Este estudo pretende contribuir para melhorar a compreensão sobre a técnica de *finger kazoo*, em mulheres. Atualmente, as pesquisas e estudos publicados que descrevem detalhadamente a utilização das técnicas vocais são escassos, ressaltando que esse conhecimento é de essencial importância para o trabalho do fonoaudiólogo e para a recuperação dos pacientes, para isso é fundamental que mais estudos possam contribuir com este conhecimento.

Você está sendo convidado, por meio deste documento, a participar de uma pesquisa sobre a técnica vocal *finger kazoo*, sendo que você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e os seus dados ficarão sob responsabilidade dos pesquisadores para utilização em publicações científicas atuais e futuras e outros estudos num banco de dados, sem identificá-lo; 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), onde o médico examinará sua garganta, e poderá usar um anestésico, para evitar náuseas, e você terá uma sensação desagradável na garganta, e um gosto ruim na boca, que permanecerá durante alguns minutos. Ainda, após a técnica, você poderá sentir-se um pouco tonto ou cansado, com aperto, coceira, ardência ou catarro (secreção) na garganta.

Você tem a liberdade de se recusar 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 um questionário com perguntas sobre sua saúde e hábitos de vida, sabendo que sempre sua identidade não será exposta e será mantida em sigilo.

Será realizada avaliação otorrinolaringológica, por meio de laringoscopia, quando a língua será envolta por uma gaze e segurada para fora. Um tubo será colocado pela boca ou pelo nariz, até o fundo da garganta, por meio do qual as imagens das pregas vocais poderão ser gravadas e registradas numa fita de vídeo ou DVD. Durante o exame, o voluntário pronunciará 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 rosto e da boca (orofacial), para 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 da palpação da pesquisadora sobre seu rosto (com a mão enluvada), e solicitação de alguns movimentos.

Uma avaliação da sua audição será feita, onde você terá que usar 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. Este exame também é simples de realizar e não causa qualquer desconforto.

Após, você terá que inspirar e falar a vogal /a:/ até acabar o ar, sendo que sua voz será gravada para posteriores análises.

Você também vai realizar um exercício de voz (*finger kazoo*), emitindo um som, que será explicado e demonstrado a você e, após esse treino, você repetirá esse som 45 vezes, sendo que, a cada 15 repetições, vai poder descansar um

pouco. Pode ser que durante a repetição dos sons, ou depois, você sinta sua voz bem melhor ou tenha alguma sensação de 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 sobre essas sensações, boas e ou ruins. Esse som não apresentará 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 23081.016945/2010-76

Apêndice B - Protocolo de avaliação vocal acústica espectrográfica

Juíza: _____

Par de espectrografias nº: _____

BANDA LARGA

1. Intensidade 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 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:

4.3 Nas médias frequências

redução aumento sem alteração

Obs:

4.4 Nas baixas frequências

redução aumento sem alteração

Obs:

5. Largura de banda do formante

5.1 Primeiro formante

menos largo mais largo sem alteração
Obs:

5.2 Segundo formante

menos largo mais largo sem alteração
Obs:

5.3 Terceiro formante

menos largo mais largo sem alteração
Obs:

5.4 Quarto formante

menos largo mais largo sem alteração
Obs:

6. Definição dos formantes

6.1 Primeiro formante

menos definido mais definido sem alteração
Obs:

6.2 Segundo formante

menos definido mais definido sem alteração
Obs:

6.3 Terceiro formante

menos definido mais definido sem alteração
Obs:

6.4 Quarto formante

menos definido mais definido sem alteração
Obs:

7. Regularidade do traçado

menos definido mais definido sem alteração
Obs:

8. Anti-ressonância/*damping* em todo o espectrograma vocal

menos presente mais presente sem alteração
Obs:

BANDA ESTREITA

1. Intensidade do traçado das altas frequências

mais intensas menos intensas sem alteração
Obs:

2. Intensidade 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:

3.3 Nas médias frequências

redução aumento sem alteração

Obs:

3.4 Nas baixas 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:

4.3 Nas médias frequências

redução aumento sem alteração

Obs:

4.5 Nas baixas frequências

redução aumento sem alteração

Obs:

5. Definição de harmônicos

mais definidos menos definidos sem alteração

Obs:

7. Regularidade do traçado:

mais regular menos regular sem alteração

Obs:

8. Anti-ressonância/*damping* em todo o espectrograma vocal (presença de apagamentos)

redução aumento sem alteração

9. Número de harmônicos

redução aumento sem alteração

10. Presença de sub-harmônicos

redução

aumento

sem alteração

ANEXOS

Anexo A: Protocolo de avaliação vocal perceptivo auditiva - escala rasati

Juíza: _____

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

Total de vozes: _____

Voz nº _____

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	()			