

Comparação dos efeitos do *finger kazoo* e da fonação em tubo em mulheres com voz normal

Comparison of effects of finger kazoo and tube phonation techniques in women with normal voice

Carla Aparecida Cielo¹, Joziane Padilha de Moraes Lima¹, Mara Keli Christmann²

RESUMO

Objetivo: Comparar voz antes e após a execução do *finger kazoo* e de fonação em tubo de vidro imerso em água, em mulheres sem queixas vocais e com laringes sem alterações. **Métodos:** Participaram 46 mulheres no grupo que realizou a técnica *finger kazoo* e 12, no grupo que realizou a técnica de fonação em tubo de vidro imerso em água. Coletou-se a vogal /a:/, antes e imediatamente após a realização das técnicas, para análises acústicas, por meio do *Multi-Dimensional Voice Program Advanced* e do *Real Time Spectrogram*, e para análise perceptivo-auditiva, com a escala RASATI. As técnicas foram realizadas em três séries de 15 repetições, com repouso de 30 segundos entre elas. **Resultados:** Quando comparados os métodos, a fonação em tubo de vidro imerso em água mostrou melhora significativa da definição do primeiro formante, da presença de sub-harmônicos, do quociente de perturbação do *pitch* suavizado, da variação da frequência fundamental (*f0*) e do índice de turbulência da voz. O *finger kazoo* apresentou redução significativa do desvio padrão da *f0*. Na análise perceptivo-auditiva, não houve diferença significativa entre os grupos. **Conclusão:** A fonação em tubo de vidro imerso em água proporcionou melhora mais perceptível nos aspectos vocais acústicos relacionados à ressonância, ruído e estabilidade, do que o *finger kazoo*.

Descritores: Voz; Qualidade da voz; Treinamento da voz; Laringe; Acústica da fala

ABSTRACT

Purpose: To compare the voice before and after the finger kazoo and phonation into a glass tube immersed in water in women without vocal complaints or laryngeal affections. **Methods:** Forty-six women participated of the group that performed the finger kazoo and 12 of the group performed the phonation into a glass tube immersed in water. It was collected the vowel /a:/, before and after the techniques, for acoustic analysis through the Multi-Dimensional Voice Program Advanced and the Real Time Spectrogram; and auditory perceptual with RASATI scale. The techniques were performed on three series of the 15 repetitions, with 30 seconds of rest between them. **Results:** In comparison, phonation into a glass tube immersed in water showed significant improvement: definition of the first formant, subharmonic presence, smoothed pitch perturbation, variation of *f0* and voice turbulence index; and the finger kazoo showed a significant reduction in the standard deviation of *f0*. The auditory perceptual analysis had no significant difference between groups. **Conclusion:** In comparison, phonation into a glass tube immersed in water provided more noticeable improvement in acoustic vocal aspects related to resonance, noise and stability than the finger kazoo.

Keywords: Voice; Voice quality; Voice training; Larynx; Speech acoustic

Trabalho desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

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

(2) Departamento de Fonoaudiologia, Associação Educacional Luterana Bom Jesus – IELUSC – Joinville (SC), Brasil.

Financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

Conflitos de interesses: Não

Contribuição dos autores: CAC, elaboração e correção do projeto, orientação na coleta e análise dos dados, redação e correção do manuscrito; JPML e MKC elaboração do projeto, coleta, análise e tabulação dos dados e redação do manuscrito.

Autor correspondente: Mara Keli Christmann. E-mail: marakchristmann@gmail.com

Recebido em: 7/5/2015; **Aceito em:** 9/5/2016

INTRODUÇÃO

Na produção vocal, a fonte e o filtro vocal alteram a impedância acústica, devido à mudança na configuração fisiológica do trato vocal, passando esses dois níveis a interferirem, um no outro^(1,2,3,4). Em fonoterapia, o aumento da impedância do trato vocal pode ocorrer mediante seu estreitamento ou alongamento. O estreitamento e um discreto alongamento ocorrem em exercícios vocais que envolvem constrição anterior com os lábios semi-ocluidos, como é o caso da técnica *finger kazoo* (FK). Um maior alongamento artificial pode ocorrer através da fonação em tubos de ressonância de diferentes comprimentos e diâmetros, tais como a fonação em tubo de vidro imerso em água (FTVIA)^(1,2,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15).

A literatura aponta diversos efeitos produzidos pelo treinamento com esses exercícios de trato vocal semi-ocluido (ETVSO). Dentre eles estão: redução da pressão fonatória e do fluxo aéreo glótico, aumento da energia harmônica, modificação da forma do pulso aéreo glótico e das características oscilatórias das pregas vocais, incremento da pressão sonora, além de aumento da percepção de vibrações no trato vocal^(2,14,15,16). Outro trabalho⁽⁸⁾ aponta, ainda, o decréscimo da frequência do primeiro formante (F1), que geraria fonação mais fácil, pela redução do limiar de pressão fonatória e diminuição do fluxo aéreo translótico, produzindo uma voz rica em harmônicos. Os ETVSO são utilizados em terapia e aperfeiçoamento da voz cantada e falada, além de casos de disfonia funcional (hiper e hipofuncional), orgânica (paresia unilateral de nervo laríngeo recorrente) e organofuncional^(8,11).

O FK é produzido com estreita constrição do trato vocal, semioclusão dos lábios e bloqueio do fluxo de ar pelo dedo indicador posicionado verticalmente em frente aos lábios^(2,9). É praticado com a faringe alargada, a mandíbula e a língua relaxadas e os lábios arredondados e protruídos, prolongando um sopro sonorizado, semelhante à vogal /u/, o que, por sua vez, gera um som secundário, devido ao contato do fluxo aéreo com o dedo indicador, como o som de um besouro, exigindo adequado apoio aéreo para sua sustentação^(2,9). Na FTVIA para casos hiperfuncionais, a extremidade distal do tubo deve ser imersa 2 cm em recipiente de acrílico com água e, na extremidade proximal^(10,17), assim como no FK, deve ser emitido um sopro sonorizado com a vogal /u/^(2,9).

Apesar de ambas as técnicas serem classificadas como ETVSO, a execução de cada uma e o mecanismo de semi-oclusão do trato vocal são diferentes. Assim, não parece correto generalizar a eficácia. Como a literatura ainda é escassa sobre tais técnicas^(1,2,9,10,14,15,17,18) e há somente um trabalho⁽²⁾ de comparação entre elas, torna-se importante verificar seus efeitos e compará-los, para uma indicação mais precisa aos pacientes.

Com relação ao FK, estudos prévios investigaram os efeitos imediatos de sua execução em mulheres com voz normal^(2,9,19,20). Três deles realizaram a investigação com três séries de 15 repetições^(9,19,20). O primeiro evidenciou aumento significativo

da frequência fundamental, melhora da variação de amplitude (vAm) e grau de sub-harmônicos (DSH)⁽⁹⁾ e o segundo, aumento significativo no nível de pressão sonora modal⁽¹⁹⁾. O último deles, por meio de análise acústica espectrográfica, mostrou melhora significativa da intensidade do traçado do segundo, terceiro e quarto formantes, assim como das altas frequências. Mostrou, também, melhora significativa da definição do segundo e terceiro formantes e dos harmônicos, além de ganho na regularidade do traçado, sendo que alguns aspectos se mantiveram cinco minutos após o término da execução dos exercícios⁽²⁰⁾.

Em relação à comparação de ETVSO, um estudo pioneiro comparou os efeitos do FK com a técnica de fonação em tubos de menor diâmetro, mostrando que ambos os métodos geraram melhora da autopercepção vocal e redução da frequência fundamental, mas a avaliação perceptivo-auditiva indicou efeitos positivos apenas na fonação em tubos⁽²⁾.

O número de artigos publicados sobre a fonação em tubos vem crescendo e pode-se verificar que a técnica proporciona resultados positivos em vários aspectos relacionados à voz^(7,9,14,15). Uma pesquisa investigou o efeito imediato de uma sequência de quatro exercícios com fonação em tubo (22,8 cm de comprimento e 3 mm de diâmetro), realizada com as seguintes variações: *pitch* e *loudness* habituais, com glissandos ascendentes e descendentes, com aumento de *pitch* e *loudness* e com uma melodia dentro do tubo. Encontrou-se diferença significativa nos parâmetros *Cepstrum*, *Jitter*, *Shimmer* e relação harmônico-ruído (PHR), entre os momentos pré-exercícios e pós-exercícios. Houve, ainda, predomínio de sensações vocais positivas⁽⁷⁾.

Os efeitos imediatos da FTVIA também foram pesquisados com 25 professoras disfônicas, que executaram a técnica em três séries de 10 repetições, com o tubo imerso 2 cm. A maioria delas referiu sensação de maior conforto fonatório e melhora na qualidade vocal, após a realização da técnica. Na análise vocal perceptivo-auditiva, houve melhora da instabilidade vocal nas amostras de contagem de números, bem como redução de sub-harmônicos, do ruído nas altas frequências e da f_0 ⁽¹⁴⁾.

A eficácia da técnica foi estudada com 42 idosos, de ambos os gêneros, que realizaram as seguintes emissões no tubo: /b/ prolongado, vogal /u/, “jjjuu”, “jjjiibuu”, jjiibbiuu e a melodia da música “parabéns a você”. Foram utilizados tubos de vidro de 8 mm a 9 mm de diâmetro e 25 cm a 26 cm de comprimento, imersos 5 cm na água. A terapia, com duração de uma hora, foi realizada uma vez por semana, durante seis semanas. Houve melhora significativa em todos os parâmetros da escala vocal perceptivo-auditiva GRBASI, com exceção da sopro-sidade. Na autopercepção vocal, a maioria dos sujeitos referiu diminuição das queixas e sintomas e, na espirometria, verificou-se aumento significativo dos valores encontrados⁽¹⁵⁾.

Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo comparar voz antes e após a execução do *finger kazoo* e da fonação em tubo de vidro imerso em água, em mulheres sem queixas vocais e com laringes sem alterações.

MÉTODOS

Pesquisa observacional transversal, analítica, contemporânea e quantitativa, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (016945/2010-76). Todas as participantes receberam esclarecimentos sobre o estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). População alvo de mulheres adultas, que assistiram palestras sobre saúde vocal, em campanhas do Dia da Voz, e foram convidadas, em caso de interesse, para avaliação em uma clínica-escola de fonoaudiologia e, posteriormente, realizar avaliação e aperfeiçoamento vocal.

Para a seleção dos sujeitos, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: assinatura do TCLE; ser do gênero feminino; idade entre 18 e 40 anos (excluindo-se, portanto, o período da muda vocal na adolescência e alterações hormonais que ocorrem em mulheres, principalmente após os 40 anos, bem como as mudanças laríngeas e vocais decorrentes do envelhecimento^(21,22)); ausência de afecções laríngeas (AL), conforme avaliação otorrinolaringológica e de queixas vocais^(9,20,21,22,23).

Critérios de exclusão: relato de doenças neurológicas, psiquiátricas, gástricas crônicas, respiratórias crônicas, endocrinológicas ou outras doenças sistêmicas, que pudessem alterar a performance vocal ou o entendimento das ordens durante as avaliações^(9,10,20,21,22,23); gripes ou alergias respiratórias no dia da coleta de dados^(9,10,20,22); queixa vocal, que pudesse sinalizar disfunção vocal orgânica e/ou funcional^(20,21); histórico de cirurgia laríngea e/ou qualquer procedimento cirúrgico de cabeça e pescoço⁽¹⁰⁾; alterações hormonais decorrentes de gravidez ou de período pré-menstrual ou menstrual, no dia da coleta, pois essas poderiam alterar os parâmetros vocais; ser fumante e/ou etilista, pois são fatores de risco para o desenvolvimento de AL^(9,10,20,22); ter realizado tratamento fonoaudiológico e/ou otorrinolaringológico prévios, descartando-se, assim, a possibilidade de que o sujeito tivesse qualquer distúrbio vocal ou condicionamento vocal por treinamento com técnicas fonoterapêuticas; conhecimento das técnicas vocais utilizadas; alterações auditivas, a fim de não comprometer o automonitoramento da voz; presença de alterações do sistema estomatognático, que pudessem interferir na execução da técnica, ou na avaliação da voz^(9,10,20,22).

Para todas as voluntárias, foi aplicado um questionário, contendo informações sobre os critérios mencionados acima. Foi realizada avaliação otorrinolaringológica com laringoscopia a fim de descartar AL, bem como avaliação do sistema estomatognático e triagem audiométrica (frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz em 25 dB). Aquelas que apresentaram alterações em algum dos aspectos avaliados foram excluídas da pesquisa e encaminhadas para avaliações mais completas.

Os dois grupos de estudo (FTVIA e FK) foram formados a partir de dois projetos de pesquisa distintos, um deles buscando verificar os efeitos da FTVIA e o outro, do FK. As duas pesquisas ocorreram em momentos diferentes, mas com

metodologia de coleta de dados idêntica (diferenciando-se apenas pela técnica escolhida). Por este motivo, apresentaram diferentes tamanhos, com sujeitos diferentes em cada grupo, sem necessidade de igualar o número, já que os dois grupos eram independentes⁽²⁴⁾.

Para coleta de dados na técnica FK, apresentaram-se 56 voluntárias, sendo dez foram excluídas: uma por estar no período menstrual, uma por ser cantora, uma por apresentar edema de pregas vocais, uma por demonstrar *microweb*, uma com sulco vocal, uma com nódulos vocais, uma com perda auditiva e três não compareceram a todas as avaliações, resultando em um grupo de 46 mulheres (GFK).

Para a coleta na técnica FTVIA, apresentaram-se 16 voluntárias, sendo que quatro foram excluídas: duas por presença de AL, uma por estar no período pré-menstrual e uma por ser fumante, resultando em um grupo de 12 mulheres (GFTVIA).

As voluntárias de ambos os grupos foram cegadas em relação aos objetivos das pesquisas iniciais e iniciaram a coleta de dados em ambiente acusticamente tratado, com nível de ruído inferior a 50 dB, aferido com medidor de pressão sonora (Instrutherm®, Dec-480)^(9,10,19,20,22). Permaneceram em posição ortostática e emitiram a vogal /a:/ em *pitch* e *loudness* habituais, por, pelo menos, quatro segundos. As emissões vocais foram gravadas com gravador digital da marca Zoom®, modelo H4n (microfone estéreo, unidirecional, 96 kHz, 16 bits, 50% do nível de gravação do sinal de entrada), posicionado em ângulo de 90° graus da boca⁽²⁴⁾ e distância de 4 cm entre o microfone e a boca^(9,10,19,20,22). A mesma emissão foi coletada imediatamente após a execução de cada técnica

As participantes do GFK foram instruídas a produzir um sopro sonorizado, emitindo som de /o:/ em *loudness* e *pitch* habituais, sem inflar as bochechas, com a língua em posição baixa e relaxada e o dedo indicador em posição vertical, tocando os lábios, mas sem pressioná-los, como no gesto usado para pedir silêncio. Durante essa produção, devia ocorrer um som secundário de fricção, correspondente ao fluxo de ar em contato com o dedo indicador^(2,9,19,20).

Para a execução da FTVIA, o tamanho do recipiente foi padronizado (12 cm de largura, 12 cm de profundidade, 15 cm de comprimento), sendo preenchido com água até a altura de 9 cm. A fim de manter a postura correta das participantes, o recipiente foi ajustado (elevado) conforme a altura de cada participante, para que o tubo ficasse no nível dos lábios e elas não precisassem se curvar durante a execução da técnica⁽¹⁴⁾. Um suporte foi adaptado, ainda, para o tubo de vidro ao recipiente com água, de maneira que o ângulo entre o tubo e o queixo permaneceu o mesmo para todas as participantes, durante a execução da técnica. O tubo permaneceu fixado ao suporte, com a ponta distal submersa a 2 cm da superfície^(1,10) e previamente marcada no tubo, conforme mostra a Figura 1.

Os sujeitos do GFTVIA foram instruídos a colocar a extremidade proximal do tubo (de vidro, 27 cm de comprimento, 1 mm de espessura e 9 mm de diâmetro)^(5,10,12,20,21) entre os lábios



Figura 1. Exemplo de fonação em tubo de vidro lmerso em água

e a emitir o fonema /u:/, cuidando para manter o selamento dos lábios para evitar escape de ar entre os lábios e o tubo.

Cada emissão de ambas as técnicas foi realizada até o final da expiração, sem aumento de contração muscular da cintura escapular e da região supra-hioidea e em *pitch* e *loudness* habituais. Esses aspectos foram monitorados visualmente pelas pesquisadoras, durante a coleta de dados, assim como a execução das técnicas de maneira correta e padronizada para todas as voluntárias^(9,10,20).

As técnicas foram executadas em três séries de 15 repetições e, entre cada série, houve repouso passivo de 30 s, durante o qual as voluntárias permaneceram na mesma posição, em silêncio^(9,10,20,25). Ao longo do tempo de execução das técnicas, as mulheres puderam ingerir até 250 ml de água^(9,10,19,20), sem que este fator fosse considerado interveniente nos resultados, uma vez que a hidratação sistêmica demora algumas horas para atingir a laringe^(9,10,19,20).

Para as análises acústicas da voz, foi eliminado o ataque vocal da emissão do /a:/ e, a partir desse ponto, o tempo de 3,5 s foi considerado como padrão para a janela de análise, descartando-se o restante^(2,9,10,19,20).

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, extraindo-se diversas medidas, agrupadas conforme o fenômeno analisado: medidas de frequência fundamental: 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 (RAP); quociente de perturbação do *pitch* (PPQ); quociente de perturbação do *pitch* suavizado (sPPQ); coeficiente da 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); coeficiente de 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 quebra da voz (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); números de segmentos sub-harmônicos (NSH)^(9,10,22).

Também foi realizada a análise vocal perceptivo-auditiva, por meio da escala RASATI, com base na emissão da vogal /a:/. As juízas de cada grupo receberam as vozes randomizadas em CD e foram orientadas a ouvir as gravações com fones de ouvido, quantas vezes fossem necessárias, em ambiente silencioso

Para as espectrografias, foi utilizado o programa *Real Time Spectrogram* da Kay PENTAX®, em filtro de banda larga: 100 points (646 Hz) e em filtro de banda estreita: 1024 points (63,09 Hz), com taxa de amostragem de 11 kHz e 16 bits^(9,10,20,22).

Na análise em filtro de banda larga (EBL), foram considerados os seguintes aspectos: escurecimento do traçado dos formantes F1, F2, F3, F4; escurecimento do traçado das altas frequências; escurecimento do traçado de toda a espectrografia; presença de ruído em toda a espectrografia vocal, bem como nas altas frequências; definição do traçado de F1, F2, F3 e F4; regularidade do traçado^(9,10,20).

Na análise em filtro de banda estreita (EBE), foram considerados os aspectos: escurecimento do traçado das altas frequências; escurecimento do traçado de toda a espectrografia vocal; presença de ruído em toda a espectrografia vocal, bem como nas altas frequências; definição do traçado dos harmônicos; regularidade do traçado^(9,10,20).

A análise espectrográfica foi realizada por três fonoaudiólogas juízas para cada grupo de técnicas, utilizando protocolo específico^(9,10,20). As EBL e as EBE foram apresentadas às juízas em pares (antes e após a execução das técnicas), de modo que avaliação foi feita comparando-se a segunda espectrografia à primeira^(4,20). Os pares foram randomizados e, posteriormente, foi realizado o cálculo de confiabilidade por meio do coeficiente Kappa⁽²⁰⁾.

Todas as juízas que participaram do estudo foram cegas em relação aos objetivos e à metodologia do estudo e todas possuíam experiência de, no mínimo, cinco anos na área de voz^(9,10,20,22). Os resultados foram tabulados e receberam tratamento com o Teste U de Mann-Whitney, para a comparação dos efeitos entre as duas técnicas. A análise estatística da confiabilidade interavaliador foi realizada utilizando o coeficiente Kappa.

RESULTADOS

Para a avaliação perceptivo-auditiva a confiabilidade interavaliador resultou em 0,20 para o GFK e 0,31 para o GFTVIA e, na avaliação espectrográfica, a confiabilidade interavaliador foi de 0,2 no GFK e de 0,35 no GFTVIA^(10,18).

Tabela 1. Comparação da espectrografia de banda larga entre os grupos *finger kazoo* e fonação em tubo de vidro imerso em água

	Grupo FK			Grupo FTVIA			Valor de p
	P	SA	M	P	SA	M	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Escurecimento do traçado de F1	9 (19,57)	15 (32,61)	22 (47,83)	2 (16,67)	-	10 (83,33)	0,076
Escurecimento do traçado de F2	7 (15,22)	18 (39,13)	21 (45,65)	2 (16,67)	-	10 (83,33)	0,067
Escurecimento do traçado de F3	8 (17,39)	14 (30,43)	24 (52,17)	2 (16,67)	-	10 (83,33)	0,117
Escurecimento do traçado de F4	7 (15,22)	15 (32,61)	24 (52,17)	3 (25,00)	1 (8,33)	8 (66,67)	0,653
Escurecimento do traçado das altas f	10 (21,74)	9 (19,57)	27 (58,70)	2 (16,67)	1 (8,33)	9 (75,00)	0,362
Escurecimento do traçado em todo o espectrograma vocal	10 (21,74)	11 (23,91)	25 (54,35)	2 (16,67)	-	10 (83,33)	0,129
Presença de ruído em todo o espectrograma vocal	17 (36,96)	18 (39,13)	11 (23,91)	7 (58,33)	1 (8,33)	4 (33,33)	0,559
Presença de ruído nas altas f	16 (34,78)	23 (50,00)	7 (15,22)	5 (41,67)	3 (25,00)	4 (33,33)	0,732
Definição F1	5 (10,87)	28 (60,87)	13 (28,26)	2 (16,67)	1 (8,33)	9 (75,00)	0,028*
Definição F2	10 (21,74)	11 (23,91)	25 (54,35)	3 (25,00)	2 (16,67)	7 (58,33)	0,923
Definição F3	10 (21,74)	14 (30,43)	22 (47,82)	3 (25,00)	-	9 (75,00)	0,298
Definição F4	10 (21,74)	16 (34,78)	20 (43,48)	4 (33,33)	2 (16,67)	6 (50,00)	0,934
Regularidade do traçado	11 (23,91)	10 (21,74)	25 (54,35)	2 (16,67)	3 (25,00)	7 (58,33)	0,451

*Valores significativos com maiores escores no grupo FTVIA ($p < 0,05$) – Teste U de Mann-Whitney

Legenda: FK = *finger kazoo*; FTVIA = fonação em tubos de vidro imersos em água; P = piora; SA = sem alterações; M = melhora; f = frequência

Tabela 2. Comparação da espectrografia de banda estreita entre os grupos *finger kazoo* e fonação em tubo de vidro imerso em água

	Grupo FK			Grupo FTVIA			Valor de p
	P	SA	M	P	SA	M	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Escurecimento do traçado das altas f	9 (19,57)	13 (28,26)	24 (52,17)	2 (16,67)	4 (33,33)	6 (50,00)	0,983
Escurecimento do traçado em todo o espectrograma vocal	8 (17,39)	17 (36,96)	21 (45,65)	2 (16,67)	-	10 (83,33)	0,064
Presença de ruído entre os harmônicos	15 (32,61)	24 (52,17)	7 (15,22)	7 (58,33)	3 (25,00)	2 (16,67)	0,228
Presença de ruído nas altas f	15 (32,61)	25 (54,35)	6 (13,04)	5 (41,67)	5 (41,67)	2 (16,67)	0,750
Substituição de harmônicos por ruído em todo espectrograma vocal	7 (15,22)	22 (47,83)	17 (36,96)	5 (41,67)	-	7 (58,33)	0,106
Substituição de harmônicos por ruído nas altas f	4 (8,70)	25 (54,35)	17 (36,96)	6 (50,00)	-	6 (50,00)	0,298
Definição de harmônicos	12 (26,09)	9 (19,57)	25 (54,35)	2 (16,67)	-	10 (83,33)	0,118
Regularidade do traçado	9 (19,57)	14 (30,43)	23 (50)	2 (16,67)	3 (25,00)	7 (58,33)	0,635
Número de harmônicos	15 (32,61)	9 (19,57)	22 (47,83)	3 (25,00)	-	9 (75,00)	0,190
Presença de sub-harmônicos	2 (4,35)	40 (86,96)	4 (8,70)	-	8 (66,67)	4 (33,33)	0,005*

*Valores significativos com maiores escores no grupo FTVIA ($p < 0,05$) – Teste U de Mann-Whitney

Legenda: FK = *finger kazoo*; FTVIA = fonação em tubos de vidro imersos em água; P = piora; SA = sem alterações; M = melhora; f = frequência

DISCUSSÃO

Em relação aos resultados da pesquisa, houve maior definição de F1 no GFTVIA (Tabela 1). Como os F estão relacionados mais diretamente ao filtro vocal, esse resultado sugere que a FTVIA provoca mais modificações nessa região, quando comparada com a técnica de FK. A literatura mostra que o F1 está relacionado à abertura da boca e à altura da língua na cavidade

oral e, de modo geral, os formantes são regiões de incremento da amplitude de determinados grupos de harmônicos, associando-se à ressonância vocal^(21,23).

Em dois estudos de caso que usaram fonação em tubo de vidro e tomografia computadorizada para verificação das modificações do trato vocal, foi observada elevação do véu palatino e da região posterior da língua, durante e após a técnica. Além disso, a técnica aumentou o espaço do trato vocal e expandiu

Tabela 3. Comparação da avaliação vocal perceptivo-auditiva (RASATI) entre os grupos *finger kazoo* e fonação em tubo de vidro imerso em água

	Grupo FK			Grupo FTVIA			Valor de p
	P	SA	M	P	SA	M	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Rouquidão	5	35	6	1	10	1	0,884
Aspereza	0	46	0	0	12	0	1
Soprosidade	7	27	12	3	5	3	0,627
Astenia	5	39	2	0	12	0	0,541
Tensão	1	42	3	0	12	0	0,599
Instabilidade	3	32	11	1	10	1	0,083

Teste U de Mann-Whitney ($p < 0,05$)

Legenda: FK = *finger kazoo*; FTVIA = fonação em tubos de vidro imersos em água; P = piora; SA = sem alterações; M = melhora

Tabela 4. Comparação da análise vocal acústica de fonte glótica (MDVPA) entre os grupos *finger kazoo* e fonação em tubo de vidro imerso em água

	Grupo FK		Grupo FTVIA		Valor de p
	Média do ganho total (pós e pré-técnica)	n	Média do ganho total (pós e pré-técnica)	n	
f0	7,325	46	2,793	12	0,318
Fhi	8,291	46	-3,534	12	0,0653
flo	2,466	46	6,960	12	0,672
STD	-42,295	46	-1,271	12	0,039*
Jita	3,189	46	-11,479	12	0,172
Jitt	0,101	46	-0,263	12	0,124
RAP	0,058	46	-0,158	12	0,124
PPQ	0,074	46	-0,146	12	0,111
sPPQ	0,101	46	-0,302	12	0,028**
vf0	0,308	46	-0,656	12	0,023**
ShdB	-0,032	46	-0,032	12	0,946
Shim	-0,351	46	-0,342	12	0,938
APQ	-0,273	46	-0,272	12	0,672
SAPQ	-0,499	46	-397,212	12	0,551
vAm	-1,61	46	-2,202	12	0,908
NHR	-0,007	46	-0,027	12	0,089
VTI	0,667	46	-0,011	12	0,036**
SPI	0,733	46	-2,117	12	0,077
DVB	0	46	-0,086	12	0,050
DSH	-0,353	46	-0,285	12	0,345
DUV	0,115	46	-0,467	12	0,342
NVB	0	46	-0,083	12	0,050
NSH	-0,456	46	-0,333	12	0,308
NUV	0,152	46	-0,583	12	0,356

Teste U de Mann-Whitney ($p < 0,05$)

*Valores significativos com maiores escores no grupo FK

**valores significativos com maiores escores no grupo FTVIA

Legenda: FK = *finger kazoo*; FTVIA = fonação em tubos de vidro imersos em água; f0 = frequência fundamental; fhi = f0 máxima; flo = f0 mínima; STD = desvio padrão da f0; Jita = Jitter absoluto; Jitt = Jitter percentual ou relativo; RAP = média relativa da perturbação da frequência; PPQ = quociente de perturbação da frequência; sPPQ = quociente de perturbação da frequência suavizado; vf0 = variação da frequência fundamental; ShdB = Shimmer absoluto ou em dB; Shim = Shimmer percentual ou relativo; APQ = quociente de perturbação da amplitude; SAPQ = quociente de perturbação da amplitude suavizado; vAm = coeficiente de variação da amplitude; NHR = proporção ruído-harmônico; SPI = índice de fonação suave; VTI = índice de turbulência da voz; DVB = grau de quebra da voz; NUV = número de segmentos não sonorizados; DUV = grau de segmentos não sonorizados; NVB = número de quebras vocais; NSH = número de segmentos sub-harmônicos.

as áreas transversais da orofaringe e da cavidade oral, após sua execução^(12,18). Um dos estudos⁽¹⁸⁾ encontrou como resultado da avaliação acústica, aumento de pressão sonora na região do formante do cantor após a técnica, evidenciando que a técnica proporciona mudanças nos F.

Na EBE, a presença de sub-harmônicos mostrou diferença

significativa, também a favor do GFTVIA, porém, a maioria dos sujeitos, de ambos os grupos, não apresentou alterações. De forma geral, o GFTVIA evidenciou mais parâmetros com melhora do que o GFK (Tabela 2). Estudo⁽¹⁶⁾ com a FTVIA realizado com professores demonstrou redução da instabilidade, nos sub-harmônicos e no ruído das altas frequências, após a

realização de três séries de 10 repetições da técnica.

A presença de sub-harmônicos no espectrograma, cujas frequências encontram-se entre os harmônicos, indica irregularidade à fonação, ou presença de outras fontes sonoras durante a emissão vocal⁽²⁶⁾. A melhora desse aspecto, observada neste estudo, vai ao encontro da literatura, mostrando que ambos os ETVSO utilizados favorecem a vibração das pregas vocais, proporcionando maior periodicidade, o que justifica os achados^(1,2,9,10,19,20).

No entanto, usando EBE, pesquisa⁽²⁰⁾ com o FK não mostrou diferença referente ao parâmetro sub-harmônicos após a técnica, ocorrendo o mesmo em estudo⁽¹⁰⁾ com a FTVIA, no qual não foi evidenciada diferença significativa quanto à presença de sub-harmônicos, após a execução da técnica. Tal fato ressalta a importância da realização de mais estudos com essas técnicas e com diferentes populações, pois os achados nas investigações apresentaram discrepâncias e, com isso, ainda não se pode afirmar quais as modificações exatas proporcionadas pelas técnicas.

Quanto aos aspectos vocais perceptivoauditivos, pesquisa com a FTVIA evidenciou melhora significativa da sopro-sidade⁽¹⁰⁾, enquanto outro estudo⁽¹⁵⁾ recente, realizado com idosos, evidenciou melhora na maioria dos parâmetros da escala GRBASI, exceto no aspecto sopro-sidade, sendo que o grau global de alteração apresentou melhora significativa. Outro achado dessa pesquisa com a mesma técnica, executada em três séries de 10 repetições em professores com disfonia comportamental, foi a melhora significativa no grau geral da disfonia, em 60% dos sujeitos⁽¹⁴⁾.

Um trabalho⁽²⁰⁾ com o FK mostrou diminuição percentual da instabilidade vocal, imediatamente após a técnica, mantendo o resultado após cinco minutos de repouso, sugerindo que o FK gera maior estabilidade. Neste estudo, um grupo não mostrou maiores melhoras perceptivo-auditivas do que o outro (Tabela 3), possivelmente devido a ambas as técnicas serem ETVSO, que melhoram a vibração das pregas vocais, proporcionando maior periodicidade e estabilidade, com diminuição de energia aperiódica^(1,2,9,10,20).

Os resultados das duas pesquisas^(9,10) que salientaram melhoras perceptivo-auditivas após o FK e a FTVIA, individualmente, confirmam o fato de que ambas as técnicas, sendo ETVSO, geram melhoras vocais perceptivo-auditivas e, por este motivo, não se verificou diferença significativa entre elas, no presente estudo. Contrariamente, um estudo mostrou diferenças na avaliação perceptivo-auditiva entre o FK e fonação em tubos de menor diâmetro, em mulheres sem queixas vocais, evidenciando melhora somente após a execução da fonação em tubos. As técnicas foram realizadas por apenas um minuto, executadas duas vezes por cada participante, com intervalos de cinco minutos entre eles, sempre nesta ordem: FK, fonação com canudo, fonação com canudo e FK⁽²⁾. Possivelmente, a ausência de melhora após o FK esteja relacionada ao tempo de execução da técnica.

No presente trabalho, houve diferença significativa do desvio padrão da f_0 (STD), entre o GFK e o GFTVIA (Tabela 4), com maior redução dessa medida após a técnica de FK, mostrando maior estabilidade, o que vai ao encontro da melhora perceptivo-auditiva encontrada para o FK, em uma investigação⁽⁹⁾.

Outras medidas analisadas pelo MDVPA, como quociente de perturbação do *pitch* suavizado (sPPQ), variação da f_0 (vf_0) e índice de turbulência da voz (VTI) apresentaram redução significativa no GFTVIA, quando comparado ao GFK (Tabela 4). Esses resultados concordam com o único estudo semelhante de comparação entre o FK e fonação em tubo, porém não imerso em água e de menor diâmetro, que encontrou resultados acústicos similares⁽²⁾.

Em investigação⁽⁵⁾ que comparou a fonação em tubos de diferentes tamanhos e a emissão de fricativa bilabial, os resultados mostraram que a relação entre a atividade dos músculos tireoaritenoideo e cricotireoideo, com o uso de tubo de 30 cm, foi significativamente maior durante e após o exercício, sugerindo que a atividade do tireoaritenoideo aumenta, conforme aumenta a pressão intraoral, resultante da semi-oclusão do trato vocal. Isso pode explicar o fato de a maioria das melhoras desta pesquisa ter ocorrido no GFTVIA, reforçando os resultados de outro trabalho⁽¹¹⁾, que realizou eletroglotografia - imagens de alta velocidade das pregas vocais - com um endoscópio rígido (*high-speed*) e medida da pressão aérea durante a execução da técnica de fonação em tubos plásticos (2 cm de diâmetro e comprimentos de 30, 60 e 100 cm), com três sujeitos que realizaram a técnica nos três tubos. Com o tubo mais longo, houve maior redução da f_0 , o tempo da fase fechada do ciclo glótico foi menor, a pressão subglótica foi maior e a amplitude do sinal eletroglotográfico foi menor, quando comparado com o tubo mais curto, sugerindo que os tubos mais longos exigem aumento do esforço e maior atividade dos músculos expiratórios.

No presente estudo, a FTVIA evidenciou melhoras em mais aspectos, quando comparada à técnica FK. No entanto, há necessidade da realização de mais estudos, pois alguns resultados encontrados na literatura ainda diferem entre os grupos estudados.

CONCLUSÃO

Quando comparadas as duas técnicas, a FTVIA proporcionou melhora mais intensa em aspectos vocais relacionados à ressonância, presença de ruído e estabilidade, do que a técnica *finger kazoo*. A FTVIA evidenciou melhora significativa na definição do primeiro formante, na presença de sub-harmônicos, no quociente de perturbação do *pitch* suavizado, na variação da frequência fundamental e no índice de turbulência da voz. A técnica *finger kazoo* apontou redução significativa do desvio padrão da frequência fundamental.

REFERÊNCIAS

1. Simberg S, Laine A. The resonance tube method in voice therapy: description and practical implementations. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2007;32(4):165-70. <http://dx.doi.org/10.1080/14015430701207790>
2. Sampaio M, Oliveira G, Behlau M. Investigação de efeitos imediatos de dois exercícios de trato vocal semi-ocluido. *Pro Fono*. 2008;20(4):261-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872008000400010>
3. Laukkanen AM, Horáček J, Krupa P, Švec J. The effect of phonation into a straw on the vocal tract adjustments and formant frequencies. A preliminary MRI study on a single subject completed with acoustic results. *Biomed Signal Process and Control*. 2011;7(1):50-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bspc.2011.02.004>
4. 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-64912011000100008>
5. Laukkanen AM, Titzel R, 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. <http://dx.doi.org/10.1159/000170080>
6. Gaskill CS, Erickson ML. The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. *J Voice*. 2008;22(6):634-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.03.012>
7. Guzmán M, Higuera D, Fincheira C, Muñoz D, Guajardo C. Efectos acústicos inmediatos de una secuencia de ejercicios vocales con tubos de ressonância. *Rev CEFAC*. 2012;14(3):471-80. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462011005000127>
8. Guzmán M, Callejas C, Castro C, García-Campo P, Lavanderos D, Valladeres MJ et al. Efecto terapéutico de los ejercicios con tracto vocal semioccludido en pacientes con disfonía músculo tensional tipo I. *Rev Logop Fonoaudiol Aud*. 2012; 20(1):1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rlfa.2012.05.004>
9. Christmann MK. Modificações vocais produzidas pelo Finger Kazoo [dissertação]. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria; 2012.
10. Lima JPM. Modificações vocais e laríngeas imediatas em mulheres após a técnica de fonação em tubo de vidro imerso em água [dissertação]. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria; 2013.
11. Laukkanen AM, Pulakka H, Alku P, Vilkmann E, Hertegård S, Lindestad P et al. High-speed registration of phonation-related glottal area variation during artificial lengthening of the vocal tract. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2007;32(4):157-64. <http://dx.doi.org/10.1080/14015430701547013>
12. Vampola T, Laukkanen AM, Horáček J, Švec JG. Vocal tract changes caused by phonation into a tube: a case study using computer tomography and finite-element modeling. *J Acoust Soc Am*. 2011;129(1):310-5. <http://dx.doi.org/10.1121/1.3506347>
13. 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*. 2011;26(3):e79-93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.03.003>
14. Paes SM, Zambon F, Yamasaki R, Simberg S, Behlau M. Immediate effects of the finnish resonance tube method on behavioral dysphonia. *J Voice*. 2013;27(6):717-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.04.007>
15. Santos SB, Rodrigues SR, Gadenz CD, Anhaia TC, Spagnol E, Cassol M. Verificação da eficácia do uso de tubos de ressonância na terapia vocal com indivíduos idosos. *Audiol Commun Res*. 2014;19(1):81-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-64312014000100014>
16. Maia MEO, Maia MO, Gama ACC, Behlau M. Efeitos imediatos do exercício vocal sopro e som agudo. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2012;24(1):1-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-64912012000100003>
17. Sovijärvi A. Die bestimmung der stimmkategorien mittels resonanzröhren. In: *Proceedings of the fifth International Congress of phonetic sciences; 1964 Aug 16-2; Münster*. New York: Karger. p. 532-5.
18. Guzman M, Laukkanen AM, Krupa P, Švec JHJ, Geneid AG. Vocal tract and glottal function during and after vocal exercising with resonance tube and straw. *J Voice*. 2013;27(4):523.e19-34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.02.007>
19. Cielo CA, Frigo LF, Christmann MK. Pressão sonora e tempo máximo de fonação após a técnica de *Finger Kazoo*. *Rev CEFAC*. 2013;15(4):994-1000. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462013000400029>
20. Cielo CA, Christmann MK. Finger kazoo: modificações vocais acústicas espectrográficas e autoavaliação vocal. *Rev CEFAC*. 2014;16(4):1239-54. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620145513>
21. Pinho SMR. Fundamentos em fonoaudiologia: tratando os distúrbios de voz. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
22. Schwarz K, Cielo CA. Modificações laríngeas e vocais produzidas pela técnica de vibração sonorizada de língua. *Pro Fono*. 2009;21(2):161-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872009000200013>
23. Behlau M. *Voz: o livro do especialista*. Rio de Janeiro: Revinter; 2008.
24. Chernobelsky SI. The treatment and results of voice therapy amongst professional classical singers with vocal fold nodules. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2007;32(4):178-84. <http://dx.doi.org/10.1080/14015430600852043>
25. Saxon KG, Schneider C. M. *Vocal exercise physiology*. San Diego: Singular; 1995.
26. Côrtes MG, Gama ACC. Análise visual de parâmetros espectrográficos pré e pós fonoterapia para disfonias. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2010;15(2):243-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342010000200016>