

# FINGER KAZOO: MODIFICAÇÕES VOCAIS ACÚSTICAS ESPECTROGRÁFICAS E AUTOAVALIAÇÃO VOCAL

## *Finger kazoo: spectrographic acoustic modifications and vocal self-assessment*

Carla Aparecida Cielo<sup>(1)</sup>, Mara Keli Christmann<sup>(2)</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** correlacionar modificações vocais acústicas espectrográficas e autoavaliação após o *finger kazoo*. **Métodos:** análise de /a:/ de 46 mulheres sem queixas vocais ou afecções laringeas pelo *Real Time Spectrogram*<sup>®</sup> e autoavaliação antes (Momento 1 – M1), após o *finger kazoo* (Momento 2 – M2) e após cinco minutos de silêncio (Momento 3 – M3). Teste *Kappa*, Qui-quadrado, *Spearman*. **Resultados:** melhora da intensidade do escurecimento do traçado dos formantes (F) e das altas frequências, regularidade do traçado e definição dos harmônicos. Melhora na autoavaliação vocal, conforme aumento da intensidade do escurecimento do traçado de F3, da definição do traçado, do número de harmônicos e redução da substituição de harmônicos por ruídos nas médias frequências. **Conclusões:** após o *finger kazoo*, aumentou a intensidade da cor do traçado, a regularidade e definição nas espectrografias e houve melhora na autoavaliação vocal.

**DESCRITORES:** Voz; Fonação; Reabilitação; Acústica da Fala

### ■ 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 por meio da modificação da impedância acústica. Desse modo ocorre um *biofeedback* entre o filtro e a fonte, promovendo a influência do filtro sobre a fonte<sup>1-4</sup>.

Aos pacientes com distúrbios vocais, tanto em nível de fonte como em nível de filtro (ressonância), indica-se a terapia vocal<sup>4-8</sup>. 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<sup>2,3,9,10</sup>.

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<sup>11-13</sup>.

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<sup>2,8,13-15</sup>. 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<sup>6,13-15</sup>. 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<sup>5,16,17</sup>. Torna-se

<sup>(1)</sup> Curso de Graduação em Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>(2)</sup> Programa de Pós Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Fontes de auxílio à pesquisa: CAPES/FAPERGS, CNPq.

Conflito de interesses: inexistente

importante, ainda, os estudos da autoavaliação da voz dos sujeitos após realização das técnicas vocais<sup>2,14</sup>, 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.

## ■ 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.

### Procedimentos para seleção dos sujeitos

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<sup>2,13,15,18-21</sup>; 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<sup>8,13,15,20-22</sup>; fechamento glótico completo ou presença de fenda triangular posterior ao exame otorrinolaringológico, por representar o padrão laríngeo feminino sem impacto negativo sobre a voz e apresentar voz adaptada<sup>5,23</sup>.

Os critérios de exclusão foram: queixas vocais, pois poderiam sinalizar algum tipo de distúrbio vocal orgânico ou funcional<sup>5,7,8,13,15,21,23</sup>; diagnóstico médico de afecções laríngeas<sup>5,7,8,13,15,18,23</sup>; histórico autorreferido de doenças neurológicas, endocrinológicas, psiquiátricas, gástricas ou respiratórias que pudessem influenciar a *performance* vocal ou o entendimento das ordens durante os procedimentos realizados<sup>4,5,7,8,13,15,23</sup>; 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<sup>13,15</sup>, 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<sup>2,5,8,13,15,18,21,23</sup>; 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<sup>5,8,13,15,20,23,24</sup>; alterações do sistema estomatognático que pudessem interferir na execução da técnica ou na avaliação da voz<sup>5,7,8,13,15,20</sup>; 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<sup>13,15</sup>.

Realizou-se entrevista contemplando alguns dos critérios de inclusão e de exclusão e, durante a mesma, as pesquisadoras já verificaram a voz das voluntárias excluindo as disfônicas. 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<sup>5,7,8,13,18,23</sup>. Realizou-se, ainda, a avaliação do sistema estomatognático e suas funções, para excluir sujeitos com alterações que pudessem comprometer a execução da técnica FK<sup>5,7,8,13,20</sup>, 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*)<sup>5,8,13,20,23,24</sup>.

Além de quatro exclusões no momento da entrevista, 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.

### Procedimentos para a coleta de dados

Solicitou-se a cada sujeito, em posição ortostática, que emitisse a vogal /a:/<sup>5,6,8,10,12,13,15-17,21,22,25,26</sup>. 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<sup>12,13,15,21,22,26</sup>. A coleta foi

realizada em sala acusticamente tratada, com ruído ambiental inferior a 50dBNPS, aferido pelo medidor de pressão sonora *Instrutherm, Dec-480*<sup>5,6,22,26,27</sup>.

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<sup>3,15,21</sup>.

Posteriormente, os sujeitos produziram três séries de 15 repetições da técnica FK, de forma que cada TMF foi considerado uma repetição<sup>11,13-15,21</sup>.

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<sup>2,28</sup>.

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*<sup>5,7,12,13</sup>.

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<sup>2,12,14,21</sup>.

Após cada série da técnica FK, houve repouso passivo de 30 segundos, durante o qual os sujeitos permaneceram sentados em silêncio absoluto<sup>5,11,13-15,21</sup>. Durante a realização da técnica, foi permitida a ingestão de 250 ml de água<sup>29</sup>, 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<sup>5</sup>.

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<sup>4,30,31</sup>. 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<sup>2,32</sup>.

### Procedimentos para análise dos dados coletados

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)<sup>2,5,13,15-17,25</sup>.

Para as espectrografias, foi utilizado o programa *Real Time Spectrogram* da *Kay Pentax*<sup>®</sup>, 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<sup>6,13,14,33,34</sup>.

Na espectrografia de banda larga (EBL), os formantes (F) foram classificados conforme os aspectos: intensidade da cor do traçado dos F (F1, F2, F3 e F4), das altas frequências, de todo o espectrograma vocal; presença de ruído em todo o espectrograma vocal, bem como nas altas, médias e baixas frequências; definição dos F; regularidade do traçado<sup>6,8,13-15,26,33,35</sup>.

Na espectrografia de banda estreita (EBE), foram considerados os aspectos: intensidade da cor do traçado nas altas frequências e em todo o espectrograma vocal; presença de ruído entre os harmônicos em todo o espectrograma vocal, bem como nas altas, médias e baixas frequências; substituição de harmônicos por ruído em todo o espectrograma vocal, bem como nas altas, médias e baixas frequências; definição dos harmônicos; regularidade do traçado; presença de sub-harmônicos; e número de harmônicos<sup>6,8,13-15,26,33,35</sup>.

Na avaliação da intensidade do escurecimento do traçado (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)<sup>6</sup>, 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 classificada em reduzido (melhora), aumentado (piora) ou sem alteração<sup>6,35</sup>. A definição dos F e dos harmônicos foi avaliada conforme sua visibilidade, demarcação ou resolução, 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<sup>6</sup>.

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<sup>6,13,21,22,30</sup>.

As espectrografias em BLeBE dos três momentos da emissão da vogal /a:/ anterior à realização da técnica (Momento 1- M1); imediatamente após a realização da técnica (Momento 2 – M2); cinco minutos após a realização da técnica (Momento 3 – M3) de cada sujeito foram pareadas para a avaliação comparativa das juízas. Os pares foram constituídos para cada sujeito (M1xM2, M1xM3 e M2xM3), devendo julgar a segunda, em relação à primeira, mas foram codificados e randomizados para que as juízas também não tivessem conhecimento dos diferentes momentos das emissões<sup>6,31</sup>.

Foram replicados 20% dos pares de espectrografias, sem o conhecimento das juízas, para

posterior análise estatística da confiabilidade das avaliações<sup>30,35</sup>. Assim, foram avaliados 138 pares e mais 30 réplicas, totalizando 168 pares avaliados individualmente pelas juízas.

Posteriormente, foi realizado o cálculo do coeficiente *Kappa* para verificar a confiabilidade intra-avaliador<sup>12,22</sup>, 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<sup>22,35</sup>. Para o levantamento dos resultados, considerou-se a as respostas predominantes nos julgamentos das avaliadoras<sup>12,22</sup>.

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% ( $p < 0,05$ ).

## ■ RESULTADOS

Na Tabela 1, observa-se o resultado da autoavaliação vocal realizada pelos sujeitos.

Nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, e 7 estão apontadas as modificações observadas por meio da análise da EBL e da EBE comparando-se os três momentos envolvidos na realização do FK

Nas Tabelas 8 e 9, são mostradas as correlações entre a autoavaliação vocal e a EBL e a EBE.

**Tabela 1 – Autoavaliação vocal sobre o efeito global da técnica de Finger Kazoo**

M1XM2				M1XM3			
n (%)				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 significantes ( $p < 0,05$ )

M1- momento 1 (antes do FK)

M2- momento 2 (imediatamente após o FK)

M3- momento 3 (cinco minutos após o FK)

**Tabela 2 – Modificações vocais acústicas na Espectrografia de Banda Larga entre M1 e M2**

		M1XM2			
		Piora n (%)	Sem alteração n (%)	Melhora n (%)	p-valor
Intensidade da cor do traçado	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*
	altas frequências	10 (21,74)	9 (19,57)	27 (58,70)	0,001*
	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*
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*

Teste Qui-quadrado

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

M1- momento 1 (antes do FK)

M2- momento 2 (imediatamente após o FK)

Tabela 3 – Modificações vocais acústicas na Espectrografia de Banda Larga entre M1 e M3

		M1XM3			
		Piora n (%)	Sem alteração n (%)	Melhora n (%)	p-valor
Intensidade da cor do traçado	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*
	altas frequências	7 (15,22)	12 (26,09)	27 (58,70)	0,000*
	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*
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

Teste Qui-quadrado

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

M1- momento 1 (antes do FK)

M3- momento 3 (cinco minutos após o FK)

Tabela 4 – Modificações vocais acústicas na Espectrografia de Banda Larga entre M2 e M3

		M2XM3			
		Piora n (%)	Sem alteração n (%)	Melhora n (%)	p-valor
Intensidade da cor do traçado	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
	altas frequências	17 (36,96)	16 (34,78)	13 (28,26)	0,753
	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*
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 ( $p < 0,05$ )

M2- momento 2 (imediatamente após o FK)

M3- momento 3 (cinco minutos após o FK)

**Tabela 5 – Modificações vocais acústicas na Espectrografia de Banda Estreita entre M1 e M2**

		M1XM2			
		Piora n (%)	Sem alteração n (%)	Melhora n (%)	p-valor
Intensidade da cor do traçado das altas frequências		9 (19,57)	13 (28,26)	24 (52,17)	0,019*
Intensidade da cor do traçado 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*

Teste Qui-quadrado

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

M1- momento 1 (antes do FK)

M2- momento 2 (imediatamente após o FK)

**Tabela 6 – Modificações vocais acústicas na Espectrografia de Banda Estreita entre M1 e M3**

<b>M1XM3</b>					
	<b>Piora n (%)</b>	<b>Sem alteração n (%)</b>	<b>Melhora n (%)</b>	<b>p-valor</b>	
Intensidade da cor do traçado das altas frequências	6 (13,04)	19 (41,30)	21 (45,65)	0,013*	
Intensidade da cor do traçado 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*	

Teste Qui-quadrado

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

M1- momento 1 (antes do FK)

M3- momento 3 (cinco minutos após o FK)

Tabela 7 – Modificações vocais acústicas na Espectrografia de Banda Estreita entre M2 e M3

M2XM3					
	Piora n (%)	Sem alteração n (%)	Melhora n (%)	p-valor	
Intensidade da cor do traçado das altas frequências	19 (41,30)	15 (32,61)	12 (26,09)	0,447	
Intensidade da cor do traçado 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 significantes (p<0,05)

M2- momento 2 (imediatamente após o FK)

M3- momento 3 (cinco minutos após o FK)

Tabela 8 – Correlação entre a autoavaliação vocal e as variáveis da Espectrografia de Banda Larga

		Autoavaliação vocal			
		M1XM2		M1XM3	
		r	p-valor	r	p-valor
Intensidade da cor do traçado	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
	altas frequências	0,109	0,467	0,051	0,732
	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
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 significantes ( $p < 0,05$ )

M1- momento 1 (antes do FK)

M2- momento 2 (imediatamente após o FK)

M3- momento 3 (cinco minutos após o FK)

**Tabela 9 – Correlação entre a autoavaliação vocal e as variáveis da Espectrografia de Banda Estreita**

	Autoavaliação vocal				
	M1XM2		M1XM3		
	r	p valor	r	p valor	
Intensidade da cor do traçado das altas frequências	0,020	0,891	0,185	0,216	
Intensidade da cor do traçado 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 significantes ( $p < 0,05$ )

M1- momento 1 (antes do FK)

M2- momento 2 (imediatamente após o FK)

M3- momento 3 (cinco minutos após o FK)

## ■ DISCUSSÃO

O registro visual do sinal vocal proveniente 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<sup>6,13,35</sup>.

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 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<sup>25</sup>.

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 da cor do traçado 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) (Tabelas 2, 3 e 4).

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<sup>25</sup>, apesar de ter havido piora da presença de ruído nas altas frequências em M1XM3<sup>1,2,4,9</sup>.

Achados semelhantes foram encontrados em outro estudo sobre ETVSO<sup>14</sup>, 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 laríngeas, com utilização de três séries de 15 repetições em TMF, houve aumento significativo da intensidade da cor do traçado e da definição dos F e de todo espectrograma vocal, além de melhora da regularidade do traçado<sup>14</sup>.

Alguns autores referem que a intensidade da cor 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)<sup>6,26</sup>. 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<sup>1,3</sup>.

No presente estudo, o aumento da intensidade da cor 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)<sup>1-3,9,36,37</sup>. 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<sup>1,2,4,9,31,36</sup>.

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 da cor do traçado 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<sup>1,2,4</sup>.

O aumento da intensidade da cor 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 consequente melhora do sinal laríngeo. Isso gera aumento e maior definição da energia harmônica e melhora da projeção vocal<sup>5,25,32</sup>.

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 4).

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 (Tabelas 2, 3 e 4), 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<sup>14</sup>.

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 disфонia, após a fonoterapia, embora sem descrição das técnicas usadas em cada um dos casos de disфонia<sup>6</sup>.

Na EBE, houve aumento significativo da intensidade da cor do traçado das altas frequências, da definição dos harmônicos e da regularidade do traçado em M1XM2. Também houve aumento significativo da intensidade da cor do traçado das altas frequências, de todo espectrograma vocal e da regularidade do traçado em M1XM3 (Tabelas 5, 6 e 7), sugerindo aumento da energia harmônica e diminuição da energia aperiódica do espectrograma vocal em M2, mantendo-se com maior estabilidade de emissão em M3<sup>6</sup>, 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<sup>5,25,32</sup>.

Dessa forma é possível que o FK melhore a vibração da onda mucosa das pregas vocais devido aos resultados positivos encontrados na EBE (Tabelas 5, 6 e 7) 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 (Tabelas 5, 6 e 7) reforçam o fato já mencionado de o grupo estudado não apresentar queixas vocais, afecções laringeas, 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<sup>1,4</sup>. 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<sup>1,2</sup>. Tais resultados também podem estar relacionados à melhora da ressonância, visualizada na análise espectrográfica (Tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7).

Os ETVSO geram vibrações nas estruturas orofaciais e por vezes no peito, além da contra-pressão na laringe<sup>1,2</sup>, 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<sup>2,4,8,14,15,31,36</sup>.

A melhora da autopercepção da voz após o FK vai ao encontro da literatura sobre ETVSO<sup>4,8</sup>. Em estudo que verificou os efeitos imediatos da execução de um minuto da técnica de fonação em tubos em indivíduos com e sem afecções laringeas,

a autoavaliação vocal mostrou predomínio significativo de sensações positivas (voz mais fácil e melhor) em ambos os grupos avaliados<sup>4</sup>.

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”<sup>8</sup>.

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<sup>31</sup>.

No atual estudo, houve correlação positiva significativa em M1XM3 entre a melhora da autoavaliação vocal e o aumento da intensidade da cor do traçado de F3 na EBL<sup>5,34,37</sup>, e entre a melhora da autoavaliação vocal e a maior definição e número de harmônicos na EBE (Tabela 8), 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.

## ■ CONCLUSÃO

De forma geral, após o FK, a EBL mostrou aumento da intensidade do escurecimento do traçado e melhora da definição dos F, aumento da intensidade do escurecimento do traçado 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 do escurecimento do traçado 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 do escurecimento do traçado 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.

## ABSTRACT

**Purpose:** to correlate the spectrographic vocal modifications and self-evaluation after finger kazoo.

**Methods:** visual spectrographic analysis of the vowel /a:/ of 46 adult women, without vocal complaints or laryngeal alterations and self-evaluation before (Moment 1 – M1), after *finger kazoo* (M2) and after five minutes of silence (M3). Kappa, Chi-square and Spearman tests. The parameter for improving the voice was the statistical significance of the results after the finger kazoo. **Results:** improvement of darkening tracing of the formant (F) and high frequencies, of tracing regularity and definition of the harmonics. Best voice self-reported as increasing of intensity of the tracing darkening of F3, improvement of tracing definition and number of harmonic and replacement of harmonics with noise in medium frequencies. **Conclusions:** after the *finger kazoo*, there was an increase of darkening, regularity and definition of the spectrographic tracing and best voice self-reported.

**KEYWORDS:** Voice; Phonation; Rehabilitation; Speech Acoustics

## REFERÊNCIAS

1. Titze I. Voice training and therapy with a semioccluded vocal tract: rational and scientific underpinnings. *J Speech Lang Hear Res.* 2006;49(2):448-59.
2. Sampaio M, Oliveira G, Behlau M. Investigação de efeitos imediatos de dois exercícios de trato vocal semiocluido. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2008;20(4):261-6.
3. 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.
4. 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.
5. Behlau M. *Voz o Livro do Especialista.* Rio de Janeiro: Revinter; 2008.
6. Côrtes MG, Gama ACC. Análise visual de parâmetros espectrográficos pré e pós-fonoterapia para disfonias. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2010;15(2):243-9.
7. Colton RH, Casper JK, Leonard, R. Compreendendo os problemas de voz: uma perspectiva fisiológica ao diagnóstico e ao tratamento. Porto Alegre: Artes Médicas, 3º edição. 2010.
8. D'Avila H, Cielo CA, Siqueira MS. Som fricativo sonoro /ʒ/: modificações vocais. *Rev CEFAC.* 2010;12(6):915-24.
9. 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.
10. 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.
11. Saxon KG, Schneider CM. *Vocal exercise physiology.* California: Singular Publishing Group, 1995.
12. 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.
13. Zimmer V, Cielo CA, Finger LS. Modificações vocais acústicas espectrográficas produzidas pela fonação reversa. *Rev. CEFAC.* 2010;12(4):535-42.

14. Schwarz K, Cielo CA. Modificações laringeas e vocais produzidas pela técnica de vibração sonorizada de língua. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2009;21(2):161-6.
15. Zimmer V. Tempo ideal de vibração lingual sonorizada e qualidade vocal de mulheres. [dissertação]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana; 2011.
16. 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. 200-21.
17. 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.
18. 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.
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. 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.
21. Brum DM, Cielo CA, Finger LS, Manfrin JA. Considerações sobre modificações vocais e laringeas ocasionadas pelo som basal em mulheres sem queixa vocal. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2010;15(2):282-8.
22. Gama ACC, Alves CFT, Cercau JSB, Teixeira LC. Correlação entre dados perceptivo auditivos e qualidade de vida de idosas. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2009;21(2):125-30.
23. Pinho SMR. *Fundamentos em fonoaudiologia.* 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
24. Andrews ML. *Manual de tratamento da voz: da pediatria à geriatria.* São Paulo: Cengage Learning, 2009.
25. 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.
26. Mendonça RA, Sampaio TMM, Oliveira DSF. Avaliação do programa de exercícios funcionais vocais de Stemple e Gerdeman em professores. *Rev CEFAC.* 2010;12(3):471-82.
27. 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):314-21.
28. Morrison M, Rammage L. *The management of voice disorders.* Singular Publishing Group, San Diego, London, 1994.
29. 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.
30. Law T, Lee KIS, Ho FNY, Viantis AC, Hasselt AC, Tong MCF. The effectiveness of group voice therapy: A group climate perspective. *J Voice.* 2012;26(2):41-8.
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. Laukkanen AM, Horáček J, Krupa P, Svec 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. *Biomedical Signal Processing and Control.* 2012;7(1):50-7.
33. 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):13-7.
34. 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):150-8.
35. 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.
36. 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.
37. Titze I. How are harmonics produced at the voice source? *J Sing.* 2009;65: 575-6.

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620145513>

Recebido em: 16/03/2013

Aceito em: 18/07/2013

Endereço para correspondência:

Carla Aparecida Cielo

Rua Guilherme João Fabrin, 545

Santa Maria – RS – Brasil

CEP: 97050-280

E-mail: cieloca@yahoo.com.br