

Modificações espectrográficas da voz feminina após o som hiperagudo

Carla Aparecida Cielo * Geise Roman-Niehues ** Mara Keli
Christmann ***

Resumo: Objetivo – verificar modificações vocais espectrográficas após o som hiperagudo, em mulheres adultas sem queixa vocal e sem afecção laríngea. Método – 23 mulheres realizaram três séries de 15 repetições da técnica de som hiperagudo, com 30 segundos de repouso passivo entre elas. Foi analisada a sustentação da vogal /a:/, realizada antes e após a técnica, através de espectrografia de banda larga (EBL) e espectrografia de banda estreita (EBE). Resultados – na EBL, houve aumento significativo da regularidade do traçado, redução significativa da intensidade do traçado em todo o espectro, sem mudanças na largura de banda dos três primeiros formantes, na definição do primeiro formante e na presença de ruído nas baixas frequências. Na EBE, houve aumento significativo da regularidade do traçado. Nos resultados referentes à anti-ressonância, não houve significância estatística. Conclusão – Evidenciou-se aumento da regularidade do traçado e, na BL, ainda houve redução da intensidade do traçado em todo o espectro, sugerindo que o hiperagudo favorece maior estabilidade e suavidade, equilibrando a emissão.

Descritores: Espectrografia; Voz; Qualidade da Voz; Treinamento da Voz; Laring

Spectrography modifications of the female voice after the high-pitched sound

Abstract: Objective – to verify the spectrographic vocal changes after the production of hyperacute sound, in adult women with no vocal complaints and no laryngeal disorder. Method – 23 women performed three sets of 15 repetitions of high-pitched sound technique, with 30 seconds of passive rest between each set. Were analyzed the support of vowel /a:/ before and after the technique with broadband spectrographic (BBS) and narrow-band spectrographic (NBS) spectrograph. Results – in BB, there was a significant increase in the regularity, significant reduction in the tracing intensity across the spectrum and no alteration in the bandwidth of the first three formants, of the first formant definition and of the presence of noise at low frequencies. In NB there was a significant increase in the regularity. The results regarding the anti-resonance, no statistical significance. Conclusion – In the group studied, the spectrographs of the study group after the high-pitched sound production technique showed an increase of the tracing regularity. In BB spectrograph, there was a decrease in the tracing intensity in all the spectrum, suggesting that the high-pitched sound favors stability and smoothness, balancing the emission.

Descriptors: Spectrography; Voice; Voice Quality; Voice Training; Larynx

* Doutora em Linguística Aplicada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC), Porto Alegre, RS, Brasil.

**Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

***Doutoranda em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

Introdução

A terapia de voz, dentre outros aspectos, envolve o treinamento vocal, com técnicas específicas para cada caso de aperfeiçoamento ou distúrbio da voz¹⁻³, dentre as quais utiliza-se uma série de facilitadores da emissão que propiciam maior equilíbrio funcional da fonação como a técnica de sons hiperagudos^{2,4,5}.

O som hiperagudo, realizado com emissão no registro vocal de falsete, promove estiramento e relaxamento do músculo tiroaritenóideo (TA) e contração do músculo cricóideo (CT). Como resultado dessa configuração, pode ocorrer o equilíbrio da emissão em registro modal, o aumento da resistência vocal, a diminuição de edema de pregas vocais, a mobilização da borda medial da mucosa, a restauração da função fonatória, o afastamento de pregas vestibulares à fonação, a adaptação da voz em pitch mais agudo e o condicionamento muscular dos tensores^{2,4-7}.

A literatura mostra que a técnica de som hiperagudo permite às pregas vocais maior flexibilidade de alongamento e encurtamento, deixa a mucosa mais solta, propiciando maior habilidade ondulatória e, em consequência, reúne melhores condições gerais de produção vocal, sendo também indicada durante a realização de aquecimento vocal fisiológico^{2,4,5}.

Estudo que realizou análise acústica da voz para verificar o efeito da técnica de som hiperagudo em mulheres encontrou aumento percentual das medidas de frequência e de Jitter, sugerindo o aumento da f_0 e da perturbação ciclo a ciclo da onda sonora possivelmente pela diferente movimentação da mucosa após a técnica, e diminuição percentual das medidas de Shimmer, sugerindo diminuição do fluxo aéreo, com melhora do fechamento glótico e maior estabilidade na emissão após a técnica⁵.

Os estudos sobre o efeito e a eficácia de técnicas vocais, e mais especificamente sobre a técnica de sons hiperagudos, são escassos tanto na literatura nacional como internacional. Desta forma, sendo a técnica de som hiperagudo um recurso terapêutico em casos de afecções laringeas, distúrbios da voz e aperfeiçoamento vocal, torna-se necessária maior investigação sobre seus efeitos.

Assim, este trabalho teve como objetivo verificar as modificações vocais acústicas espectrográficas ocasionadas após a produção da técnica de som hiperagudo, em indivíduos adultos do sexo feminino, sem queixa vocal e sem afecções laringeas.

Métodologia

A presente pesquisa caracteriza-se por ser um estudo de observação transversal analítico, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição de origem (nº 2381.008439/2007-16). A população-alvo recebeu os esclarecimentos necessários sobre o estudo e foi convidada a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), como recomenda a norma 196/96 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP/1996.

Os critérios de inclusão dos sujeitos foram: sexo feminino; idades entre de 18 e 40 anos, pois nessa faixa etária o aparato fonador não sofre a interferência das alterações hormonais e estruturais da muda vocal e do envelhecimento^{5,8}; ausência de queixas vocais ou afecções laringeas à avaliação otorrinolaringológica (ORL)^{4,5,8,9}.

Os critérios de exclusão foram: história progressiva de doenças neurológicas, psiquiátricas ou gástricas, que poderiam interferir na produção vocal ou no entendimento das ordens durante as avaliações; estar em período de alterações hormonais (gravidez, período menstrual, e pré-menstrual), que poderiam influenciar a produção vocal, pelo edema em pregas vocais; gripe, alergias respiratórias ou outra doença que limitasse o desempenho na execução a técnica de som hiperagudo, no dia das avaliações; perda auditiva, pois a audição normal é fundamental para o auto-monitoramento vocal; alterações do sistema estomatognático, que poderiam comprometer a execução da técnica, tais como paralisia facial, fissura lábia, entre outras^{5,8,9} de som hiperagudo ou o desempenho vocal; ter conhecimento prévio sobre a técnica de som hiperagudo, ou ser profissional da voz, evitando que o grupo de estudo ficasse heterogêneo em relação ao treinamento vocal^{5,8,9}; ser fumante e/ou consumir álcool em excesso (segundo a Organização Mundial da Saúde, mais de duas doses por dia), pois tais agentes são agressivos à laringe e podem constituir problemas vocais orgânicos; cantar em coros, a fim de evitar noções de técnicas vocais ou ter uma voz “treinada”; ter realizado tratamento fonoaudiológico e/ou otorrinolaringológico prévios, para evitar que o sujeito tivesse qualquer afecção laríngea (mesmo já tratada), ou condicionamento vocal; impossibilidade de adequada visualização das estruturas da laringe à laringoscopia indireta¹⁰; inabilidade de realizar a técnica de som hiperagudo adequadamente^{4,5,8}.

Os indivíduos preencheram um questionário contendo critérios de inclusão e de exclusão mencionados anteriormente; realizaram avaliação com médico otorrinolaringologista, incluindo inspeção visual da laringe; exame do sistema estomatognático e suas funções; e triagem auditiva com pesquisa de tons puros por via aérea nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz a 25 dB utilizando-se o audiômetro Fonix FA 12 Digital^{5,8}, para contemplar os critérios supracitados.

Apresentaram-se como voluntários 32 indivíduos, dos quais nove não preencheram os critérios de inclusão e exclusão da pesquisa (um indivíduo não preencheu todo o questionário; dois eram fumantes; dois apresentavam distúrbios alérgicos; três não tinham disponibilidade para realizar a avaliação médica; um apresentava alterações do sistema estomatognático e suas funções).

Desta forma, o grupo de estudo foi composto por 23 indivíduos voluntários, do sexo feminino, com idades entre 18 e 39 anos (média de 22,7 anos e desvio padrão de 5,26).

Os indivíduos selecionados para o estudo realizaram individualmente, em sala acusticamente tratada, a coleta de uma emissão vogal /a:/, por meio de gravação digital, utilizando-se o gravador digital Creative MuVo TX FM 512 MB com microfone unidirecional embutido. Os indivíduos ficaram em posição ortostática, com o microfone do aparelho posicionado em ângulo de 90° e à distância de quatro centímetros da boca^{4,5,11}. Foi solicitado aos sujeitos que, após inspiração profunda, sustentassem a emissão da vogal oral aberta central /a/, em pitch e loudness habituais, em tempo máximo de fonação, sem uso de ar de reserva expiratória, com o objetivo de manter ao máximo as características habituais da voz^{8,12-14}.

Após a coleta da voz, os participantes foram orientados a produzirem três séries de 15 repetições, tendo por base diversos estudos da literatura^{2,5,8,9,15} da técnica de som hiperagudo, inspirando e emitindo a vogal [i:] em emissão hiperaguda, ou seja, com loudness reduzida e ligeiramente soprosa, sem contração muscular de cintura escapular e laríngea, sem deslocamento cervical e mandibular (com o queixo paralelo ao chão), e mantendo

estável o pitch agudo e a loudness reduzida durante as emissões da técnica^{4,5,7}. Os sujeitos foram orientados, ainda, a evitar falhas, tensões ou outras alterações que poderiam comprometer o desempenho da tarefa. Antes da execução, houve demonstração e orientação breves e prévias da técnica por uma fonoaudióloga, e a mesma permaneceu monitorando a execução da técnica durante todo período Ca coleta de dados, realizando as correções quando necessário.

Durante a execução da técnica de som hiperagudo, os indivíduos permaneceram sentados, com os pés apoiados no chão e coluna ereta e puderam consumir água. A ingestão de água não foi considerada uma variável interveniente devido ao fato de a água levar horas para chegar à laringe por via sistêmica, pois a literatura indica ingestão de água de duas a três horas antes do uso prolongado da voz^{4,5,8}.

Após cada série de quinze repetições, foi realizado um intervalo de 30 segundos de repouso passivo, quando os sujeitos permaneceram em silêncio absoluto^{2,5,7,8,15}. Imediatamente após a realização das séries do exercício, coletou-se novamente a emissão da vogal /a:/, nas mesmas condições descritas anteriormente, para comparação dos dados.

Posteriormente, as emissões vocais gravadas foram analisadas pelo programa Real Time Spectrogram, da Key Pentax®, em 11KHz e 16bits, sendo excluído o início e o final da emissão para que o ataque vocal e os decréscimos de loudness e de pitch não interferissem na análise dos dados, considerando-se uma amostra de 3,5s para a extração dos traçados espectrográficos de banda estreita (EBE) em 1024 points (63,09Hz); e de banda larga (EBL) em 100 points (646Hz)^{5,10,12}.

As EBE e EBL de cada sujeito, de antes e de após a execução da técnica de som hiperagudo, foram duplicadas e codificadas pelos pesquisadores, sem identificação dos sujeitos, e pareadas conforme os momentos de execução da técnica (pré e pós-hiperagudo) para obter-se maior confiabilidade dos resultados. Os pares de espectrografias foram analisados por três juízas fonoaudiólogas, com mestrado e experiência na área de voz, cegadas quanto à técnica utilizada no estudo, aos objetivos da pesquisa e à duplicação das espectrografias. As juízas sabiam apenas que se tratava de espectrografias pré e pós um exercício de voz, para que pudessem realizar a avaliação de forma comparativa da espectrografia “pós-exercitação” em relação à “pré-exercitação”, conforme indica a literatura^{8,14}.

Foi criado um protocolo com base na literatura^{8,12-14} para a avaliação comparativa, considerando-se os seguintes aspectos da EBL: intensidade do traçado dos formantes (F) (Primeiro formante – F1, Segundo formante – F2, Terceiro formante – F3, Quarto formante – F4), intensidade do traçado das altas frequências, intensidade do traçado em todo o espectro vocal, presença de ruído em todo o espectro vocal, presença de ruído nas baixas, médias e altas frequências, largura de banda do F (F1, F2, F3, F4), definição dos formantes (F1, F2, F3, F4), regularidade do traçado e anti-ressonância/damping, e EBE: intensidade do traçado das altas frequências, intensidade do traçado em todo o espectro vocal, presença de ruído em todo o espectro vocal, presença de ruído nas baixas, médias e altas frequências, regularidade do traçado e anti-ressonância/damping ^{8,12-14}.

Quanto à intensidade do traçado (dos F, das altas frequências e em todo o espectro), as juízas deveriam considerar o grau de escurecimento do espectrograma, que varia de cinza claro a preto, e realizar a comparação da espectrografia “pós-exercitação” em relação à “pré-exercitação”, marcando a opção “redução”, quando a cor do traçado havia ficado mais clara,

“aumento” quanto a cor do traçado havia ficado mais escura, ou “sem alteração” quando a cor permaneceu inalterada^{8,12-14}.

Sobre a definição dos F e harmônicos, as juízas poderiam marcar a opção “redução” quando se apresentasse menos visíveis, menos demarcados e menos simétricos “pós-exercitação”, “aumento” quando se tornassem mais visíveis, mais demarcados e mais simétricos “pós-exercitação” ou “sem alteração” quando tal aspecto se mantivesse inalterado^{8,12-14}.

A regularidade do traçado está relacionada à sua continuidade e estabilidade, poderia ser classificada como “redução”, quando o traçado “pós-exercitação” se apresentasse descontínuo, falhado, interrompido e/ou com presença de mais oscilações, “aumento”, quando o traçado “pós-exercitação” se mostrasse mais contínuo, menos falhado e interrompido e/ou com diminuição das oscilações ou “sem alteração”, quando a regularidade permanecesse igual^{8,12-14}.

A anti-ressonância (ou efeito damping) é descrita na literatura como o abafamento acústico decorrente do amortecimento do som, relacionando-se com o direcionamento do som para a cavidade nasal. Também é descrita como interrupção do F, denso aglomerado de ressonâncias (cluster), bifurcação do F, junção do F, queda de intensidade do traçado do F, e presença de F nasais entre F orais⁸. No presente estudo, a anti-ressonância poderia ser classificada em “redução”, “aumento” ou “sem alteração”, com a opção “ausente” para as espectrografias em que não foi observada ou quando houve dúvida da sua presença⁸.

A presença de ruído é caracterizada por imagem sombreada ou pontilhada no espectrograma e as juízas poderiam classificá-lo como “redução”, “aumento” ou “sem alteração”¹⁴ conforme a intensidade da cor preta do sombreado/pontilhado na comparação das espectrografias.

Na análise dos F, foi considerada a largura de banda, podendo ser classificada como “redução”, quando os F “pós-exercitação” tornaram-se mais estreitos, “aumento”, quando os F “pós-exercitação” tornaram-se mais largos e amplos ou “sem alteração” quando esse aspecto não se modificou^{8,12-14}.

Considerou-se o predomínio das respostas das avaliações das juízas para cada um dos aspectos analisados. Após, os dados foram tratados estatisticamente, utilizando-se o teste Qui-Quadrado com nível de significância de 5% ($p < 0,05$) para verificar a significância entre as diferenças encontradas pré e pós-técnica. Os valores estatisticamente significativos foram assinalados com um asterisco (*).

Resultados

Os resultados da EBL, após a utilização da técnica do som hiperagudo, são apresentados na Tabela 1 e os resultados da EBE, após a utilização da técnica do som hiperagudo, são apresentados na Tabela 2.

Na EBL, dentre os sujeitos que apresentaram anti-ressonância na avaliação das juízas, nove (39,13%) apresentaram redução, nove (39,13%) aumento, três não evidenciaram alterações (13,04%), e houve ausência em dois sujeitos (8,7%).

Na EBE, dentre os sujeitos que apresentaram anti-ressonância na avaliação das juízas, oito (34,78%) apresentaram redução da mesma, cinco (21,74%) aumento, quatro não

evidenciaram alterações (17,39%), e houve ausência em seis sujeitos (26,1%).

Nos resultados referentes à anti-ressonância, não houve significância estatística ($p=0,1801$ para EBL e $p=0,4655$ para EBE).

Tabela 1 – Resultado da análise acústica da EBL após a técnica de som hiperagudo

| EBL | Redução | | Aumento | | Sem Alteração | | Total | p |
|--|---------|--------|---------|--------|---------------|--------|-------|---------|
| | N | % | N | % | N | % | | |
| Intensidade do traçado de F1 | 3 | 13,043 | 8 | 34,782 | 12 | 52,173 | 23 | 0,0705 |
| Intensidade do traçado de F2 | 8 | 34,782 | 9 | 39,13 | 6 | 26,086 | 23 | 0,7376 |
| Intensidade do traçado de F3 | 8 | 34,782 | 11 | 47,826 | 4 | 17,391 | 23 | 0,2001 |
| Intensidade do traçado de F4 | 9 | 39,13 | 11 | 47,826 | 3 | 13,043 | 23 | 0,1043 |
| Intensidade traçado de das altas frequências | 12 | 52,173 | 8 | 34,782 | 3 | 13,043 | 23 | 0,0705 |
| Intensidade traçado de em todo o espectro | 12 | 52,173 | 9 | 39,13 | 2 | 8,695 | 23 | 0,0322* |
| Ruído em todo o espectro | 7 | 30,434 | 9 | 39,13 | 7 | 30,434 | 23 | 0,8404 |
| Ruído nas altas frequências | 6 | 26,086 | 11 | 47,826 | 6 | 26,086 | 23 | 0,3372 |
| Ruído nas médias frequências | 5 | 21,739 | 9 | 39,13 | 9 | 39,13 | 23 | 0,4987 |
| Ruído nas baixas frequências | 5 | 21,739 | 3 | 13,043 | 15 | 65,218 | 23 | 0,0046* |
| Largura de banda do F1 | 0 | 0 | 4 | 17,391 | 19 | 82,609 | 23 | 0,0018* |
| Largura de banda do F2 | 1 | 4,348 | 6 | 26,086 | 16 | 69,565 | 23 | 0,0005* |
| Largura de banda do F3 | 4 | 17,391 | 5 | 21,739 | 14 | 60,87 | 23 | 0,0191* |
| Largura de banda do F4 | 5 | 21,739 | 6 | 26,086 | 12 | 52,174 | 23 | 0,1542 |
| Definição do F1 | 1 | 4,348 | 7 | 30,434 | 15 | 65,218 | 23 | 0,0016* |
| Definição do F2 | 5 | 21,739 | 11 | 47,826 | 7 | 30,434 | 23 | 0,296 |
| Definição do F3 | 5 | 21,739 | 12 | 52,174 | 6 | 26,086 | 23 | 0,1542 |
| Definição do F4 | 9 | 39,13 | 9 | 39,13 | 5 | 21,739 | 23 | 0,4987 |
| Regularidade do traçado | 5 | 21,739 | 14 | 60,87 | 4 | 17,391 | 23 | 0,0191* |

Teste Qui-Quadrado $p<0,05$ - significância estatística*

Tabela 2 – Resultado da análise acústica da EBE, após a técnica de som hiperagudo

| EBE | Redução | | Aumento | | Sem Alteração | | Total | p |
|--|---------|-------|---------|--------|---------------|--------|-------|---------|
| | N | % | N | % | N | % | | |
| Intensidade traçado de das altas frequências | 9 | 39,13 | 10 | 43,478 | 4 | 17,391 | 23 | 0,2598 |
| Intensidade traçado de em todo o espectro | 8 | 34,78 | 12 | 52,174 | 4 | 17,391 | 23 | 0,2001 |
| Ruído em todo o espectro | 7 | 30,43 | 9 | 39,13 | 7 | 30,434 | 23 | 0,8404 |
| Ruído nas altas frequências | 7 | 30,43 | 10 | 43,478 | 11 | 47,826 | 23 | 0,5682 |
| Ruído nas médias frequências | 8 | 34,78 | 10 | 43,478 | 5 | 21,739 | 23 | 0,4378 |
| Ruído nas baixas frequências | 9 | 39,13 | 6 | 26,086 | 8 | 34,782 | 23 | 0,7376 |
| Definição de harmônicos | 5 | 21,74 | 12 | 52,174 | 6 | 26,086 | 23 | 0,1542 |
| Regularidade do traçado | 1 | 4,348 | 12 | 52,174 | 10 | 43,478 | 23 | 0,0114* |

Teste Qui-Quadrado $p<0,05$ - significância estatística*

Discussão

Os F são compostos por frequências nas quais o filtro supralaríngeo permite a passagem da maior quantidade de energia, conforme seu posicionamento para uma determinada emissão vocal¹⁶. A manutenção da largura de banda dos formantes F1, F2 e F3 e da definição

de F1, na EBL (Tabela 1) após a técnica de som hiperagudo, verificada neste estudo, pode ter ocorrido por não ter havido modificação significativa da postura do trato vocal nos momentos pré e pós-técnica, ocorrendo mínima interferência do trato vocal no som produzido pela vibração das pregas vocais, uma vez que a análise foi feita utilizando-se a vogal /a:/, em registro modal e em pitch e loudness habituais, em ambos os momentos^{8,16}.

A literatura mostra aumento da frequência durante o som hiperagudo, não apenas pelo estiramento das pregas vocais, mas também pela articulação dos lábios em posição mais retraída e não arredondados, como é o caso da emissão da vogal /i/, utilizada neste estudo durante as emissões da técnica e pela elevação de toda a estrutura da laringe, gerando encurtamento do trato vocal^{4,5,17}. Seria esperado que essa alteração da geometria tridimensional do trato vocal durante o hiperagudo pudesse gerar modificações nos F que permanecessem após a técnica.

Os F decorrentes das ressonâncias do trato vocal também podem sofrer influência dos aspectos anatômicos individuais. As características estruturais do trato vocal como forma, tamanho, densidade e tensão dos tecidos moles podem interferir na qualidade sonora^{2,4,8,17-23}. Isto pôde ser parcialmente verificado na EBL (Tabela 1) pelo aumento percentual da intensidade do traçado de F3 e F4 e da definição de F2 e F3, o que pode estar relacionado ao ajuste assumido pelo trato vocal imediatamente após o som hiperagudo, favorecendo as frequências mais altas da emissão. Possivelmente, porque durante o hiperagudo a língua encontra-se mais anteriorizada (F3) e a faringe e laringe estão mais constrictas e mais altas (F4), influenciando discretamente a emissão da vogal modal /a:/ após a técnica.

Nos resultados da EBL (Tabela 1), pôde-se observar redução significativa da intensidade do traçado em todo o espectro, após a técnica de som hiperagudo, bem como aumentos percentuais da intensidade do traçado de F3 e F4 e do ruído nas frequências altas, e redução percentual da intensidade do traçado das altas frequências.

É possível que o ajuste assumido pelo trato vocal durante a técnica de som hiperagudo, favorecendo emissão aguda, presença de escape de ar, loudness débil e extensão reduzida, possa ter se mantido imediatamente após a técnica na emissão da vogal modal /a:/ como sugerido anteriormente^{5-7,24-26}, explicando tais achados.

Além disso, a intensidade do traçado em todo o espectro e nas altas frequências também está relacionada ao tônus da laringe e à resistência glótica (ZIMMER, CIELO, FINGER, 2010) que provavelmente são menores no hiperagudo devido às suas características fisiológicas de estiramento dos TA, abertura do vestíbulo laríngeo e fenda em toda a extensão^{5-7,24-26}.

Observou-se aumento percentual da definição dos harmônicos na EBE (Tabela 2) e aumento significativo da regularidade do traçado do espectrograma, tanto em EBL quanto em EBE (Tabelas 1 e 2). A mobilização intensa da borda da mucosa durante a técnica de som hiperagudo faz com que a prega vocal vibre de forma mais sincronizada durante a fonação em registro modal, promovendo melhora da fonte do sinal laríngeo, pela renovação da camada de muco e homogeneização da mucosa, com melhora da ressonância, em função de um sinal glótico mais harmônico, melhor propagado e modificado pelo trato vocal, favorecendo o aumento do número de harmônicos amplificados e sua maior definição⁴⁻⁷. Esses resultados sugerem que a técnica de som hiperagudo tenha contribuído para maior estabilidade vocal e maior coordenação pneumofonoarticulatória⁵.

Tais resultados vão ao encontro do estudo sobre características espectrográficas de vozes roucas, ásperas e normais que constatou, nas vozes normais, que os harmônicos

preenchem todo ou quase todo o intervalo do espectrograma, com média de alcance de 4,8KHz nas vozes femininas, sendo que essa riqueza de harmônicos exprime maior clareza vocal²⁷.

O treinamento vocal com ênfase nas regiões agudas modifica a vibração das pregas vocais com diminuição da sua fase de fechamento, o que proporciona aumento da intensidade do traçado dos harmônicos na região de 3KHz, sendo que, à medida que as frequências aumentam, o quociente de contato das pregas vocais diminui acentuadamente²⁸.

A presente pesquisa verificou, ainda, que a presença de ruído nas baixas frequências na EBL se manteve sem alteração, indo ao encontro da literatura⁸. Possivelmente esse resultado se deva ao fato da reavaliação ter sido realizada imediatamente após a execução da técnica, sem haver maior tempo de fonoterapia, uma vez que, em estudo com metodologia semelhante, porém com maior tempo de terapia e com sujeito disfônicos, houve diminuição significativa da presença de ruído após a fonoterapia¹⁴. Desse modo, é possível que indivíduos com vozes alteradas tendam a apresentar melhoras mais acentuadas quanto ao ruído do que os indivíduos com vozes adaptadas⁸, como ocorreu no presente estudo.

Conclusão

Após a técnica de som hiperagudo, as espectrografias do grupo estudado evidenciaram aumento da regularidade do traçado e, na EBL, ainda houve redução da intensidade do traçado em todo o espectro, sugerindo que o hiperagudo favorece maior estabilidade e suavidade, equilibrando a emissão.

Referências Bibliográficas

1. Holberg EB, Doyle P, Perkell JS, Hammarberg B, Hillman RE. Aerodynamic and acoustic voice measurements of patients with vocal nodules: variation in baseline and changes across voice therapy. *J Voice*. 2003; 17(3):269-82.
2. Pinho SMR. Fisiologia da fonação. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO. *Tratado de fonoaudiologia*. São Paulo: Roca, 2004. p. 3-10.
3. Putzer M, Wokurek W. Multiparametric description of voice quality for normal male and female voices based on acoustic analyses. *Laryngo-rhino-otology*. 2006;85(2):105-12.
4. Behlau M. *Voz: o livro do especialista*. Vol 2. Rio de Janeiro: Revinter; 2008.
5. Roman-Niehues G, Cielo CA. Modificações vocais acústicas produzidas pelo som hiperagudo. *Rev CEFAC*, São Paulo. 2010; 12 (3):462-70.
6. Thurman L, Welch G, Theimer A, Klitzke C. Addressing vocal register discrepancies: an alternative, science-based theory of register phenomena. *Proceedings of the International conference - the physiology and acoustics of singing*; 2004; Denver, Colorado, USA: National Center for Voice and Speech; 2004.
7. Roman G, Cielo CA. Particularidades da técnica fonoterapêutica de sons hiperagudos. *Rev CEFAC*. 2006; 8(3):360-7.
8. Zimmer V, Cielo CA, Finger LS. Modificações vocais acústicas espectrográficas produzidas pela fonação reversa. *Rev CEFAC*. 2010; 12(4):535-42.

9. Cielo CA, Siqueira MA, D'Ávila H. Efeitos da técnica fonoterapêutica de fricativo sonoro /ʒ/ na voz: análise de um caso. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2005; 10(4):232-5.
10. Cordeiro GF, Cunha MGBC, Menezes MHM, Zancanella MTU, Nemr K. Discriminação entre vozes adaptadas, levemente soprosas e tensas: diferenças entre os dois primeiros harmônicos. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2010;15(2):238-42
11. Deliyiski DD, Evans MK, Shaw HS. Influence of data acquisition environment on accuracy of acoustic voice quality measurements. *J Voice.* 2005; 19(2):176-86.
12. Silva AMT, Morisso MF, Cielo A. Relação entre grau de severidade de disfunção temporomandibular e a voz. *Pró-Fono.* 2007; 19(3): 278-88.
13. Costa JO, Gama ACC, Oliveira JBO, Neto ALR. Avaliação acústica e perceptivo-auditiva da voz nos momentos pré e pós-operatório da cirurgia de implante de pré-fáscia do músculo temporal. *Rev CEFAC, São Paulo,* 2008; 10(1):76-83.
14. Côrtes MG, Gama ACC. Análise visual de parâmetros espectrográficos pré e pós-fonoterapia para disfonias. *Rev Soc Bras onaudiol.* 2010;15(2):243-49.
15. Saxon KG, Schneider CM. *Vocal exercise physiology.* California: Singular Publishing Group; 1995.
16. Gonçalves MIR, Pontes PAL, Vieira VP, Pontes AUL, Curcio D, Biase NG. Função de transferência das vogais orais do português brasileiro: análise acústica comparativa. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75(5):680-4.
17. Sapir S, Ramig LO, Spielman JL, Fox C. Formant centralization ratio: A proposal for a new acoustic measure of dysarthric. *J Speech Lang Hear Res.* 2010; 114(53):114–25.
18. Titze IR. A theoretical study of F0-F1 interaction with application to resonant speaking and singing voice. *J Voice.* 2004;18:292-8.
19. Carrillo L, Ortiz KZ. Análise vocal (auditiva e acústica) nas disartrias. *Pró-Fono.* 2007; 19(4):381-6.
20. Magri A, Cukier-Blaj S, Karman DF, Camargo ZA. Correlatos perceptivos e acústicos dos ajustes supraglóticos na disфонia. *Rev CEFAC.* 2007; 9(4):512-8.
21. Schindler A, Bottero A, Capaccio P, Ginocchio D, Adomi F, Ottaviani F. Vocal improvement after voice therapy in unilateral vocal fold paralysis. *J Voice.* 2008; 22(1):113-8.
22. Rehder MIBC, Behlau M. Análise vocal perceptivo-auditiva e acústica, falada e cantada de regentes de corais. *Pró-Fono.* 2008; 20(3):195-200.
23. Gusmão CS, Campos PH, Maia MEO. O formante do cantor e os ajustes laringeos utilizados para realizá-lo: uma revisão descritiva. *Per Musi.* 2010; 120(21):43 -50.
24. Titze IR, Luschei ES, Hirano M. Role of the thyroarytenoid muscle in regulation of fundamental frequency. *J Voice.* 1989; 3(3):213-24.
25. Hoppe U, Rosanowski F, Dollinger M, Lohscheller J, Schuster M, Eysholdt U. Glissando: laryngeal motorics and acoustics. *J Voice.* 2003; 17(3):370-6.
26. Gelfer MP, Mikos VA. The relative contributions of speaking fundamental frequency and formant frequencies to gender identification based on isolated vowels. *J Voice.* 2005; 19(4):544-54.
27. Pontes P, Vieira V, Gonçalves MIR, Pontes AAL. Características das vozes roucas, ásperas e normais: análise acústica espectrográfica comparativa. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2002; 68(2):182-8.
28. Echtermach M., Sundberg J, Zander MF, Richter B. Perturbation measurements in untrained male voices' transitions from modal to falsetto register. *J. Voice.* 2011;25(6):663-9.

Carla Aparecida Cielo

Endereço para correspondência — Rua Guilherme João Fabrin, 545. Santa Maria, CEP: 97050-280, RS, Brasil.

E-mail: cieloca@yahoo.com.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8424979142095675>

Recebido em 26 de outubro de 2012.

Aprovado em 29 de agosto de 2013.