

Análise acústica da voz: comparação entre dois tipos de microfones

Acoustic voice analysis: comparison between two types of microphones

Vanessa Mara Krik¹ , Vanessa Veis Ribeiro² , Larissa Thais Donalsonso Siqueira¹ ,
Marcelo de Oliveira Rosa³ , Ana Paula Dassie Leite¹ 

RESUMO

Objetivo: Comparar os valores das medidas acústicas da voz, extraídas de gravações vocais realizadas com dois tipos de microfones. **Métodos:** Participaram da pesquisa 103 pessoas do sexo feminino, com idades entre 18 e 54 anos. Foram coletadas amostras da vogal sustentada /e/, captadas por dois microfones, simultaneamente: *Shure SM58* e *Karsect HT-9*. Foi realizada a análise acústica das vozes, com a extração de valores de frequência fundamental (F_0), variação da frequência (*Jitter*) e variação de amplitude dos segmentos fundamentais da voz (*Shimmer*) e proporção *Glottal to Noise Excitation* (GNE). **Resultados:** Houve diferenças entre os microfones apenas na medida de *Shimmer*, com predomínio de valores mais altos captados pelo *Karsect HT-9*. Porém, os resultados de ambos os microfones estiveram dentro dos padrões de normalidade do *software* utilizado. **Conclusão:** Os resultados da análise acústica extraídos a partir da gravação de voz realizada com os microfones *Shure SM58* e *Karsect HT-9* foram semelhantes, concluindo-se que ambos os microfones podem ser utilizados para gravação do sinal sonoro na análise acústica.

Palavras-chave: Acústica; Acústica da fala; Avaliação em saúde; Som; Voz

ABSTRACT

Purpose: To compare acoustic measurements of voice recorded by two types of microphones. **Methods:** The study counted with 103 women from 18 to 54 years old. The recorded sample was the sustained vowel /e/. The acoustic signal was picked up simultaneously by two unidirectional microphones: the *Shure SM58* and the *Karsect HT-9*. The acoustic analysis was performed on these edited vocal samples. The measured parameters were F_0 , Jitter, Shimmer and Glottal to Noise Excitation (GNE) ratio. **Results:** Recurrent differences between the microphones were observed only in Shimmer measurement ($p=0.026$); the *Karsect HT-9* presented higher values. However, the acoustic measures were within the normal range for healthy voices, despite of the microphone used. **Conclusion:** The acoustic analysis results extracted from the voice recording performed with the *Shure SM58* and the *Karsect HT-9* microphones were similar. Hence, it can be deduced that, connected to a high-quality interface, both microphones can be used in the acoustic analysis to record the sound signal.

Keywords: Acoustics; Speech acoustics; Health evaluation; Sound; Voice

Trabalho realizado no Curso de Fonoaudiologia, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – Irati (PR), Brasil.

¹Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – Irati (PR), Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

³Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Curitiba (PR), Brasil.

Conflito de interesses: Não.

Contribuição dos autores: VMK concepção do estudo, coleta, análise e interpretação de dados, redação do estudo, aprovação da versão final a ser publicada; VVR análise e interpretação de dados, redação do estudo, revisão do estudo, aprovação da versão final a ser publicada; LTDS revisão do estudo, aprovação da versão final a ser publicada; MOR coleta e interpretação de dados, revisão do estudo, aprovação da versão final a ser publicada; APDL concepção do estudo, análise de dados, redação do estudo, revisão do estudo, aprovação da versão final a ser publicada.

Financiamento: Nada a declarar.

Autor correspondente: Ana Paula Dassie Leite. E-mail: pauladassie@hotmail.com

Recebido: Novembro 30, 2018; **Aceito:** Março 04, 2019

INTRODUÇÃO

A voz depende de características anatomofisiológicas, traços psicológicos, aspectos físicos, sociais e culturais do falante. Ela se constitui como uma parte muito importante no processo de comunicação interpessoal e profissional^(1,2).

A voz é um fenômeno complexo e, por isso, a avaliação vocal deve ser multidimensional. Os procedimentos básicos recomendados para a avaliação clínica da voz são: anamnese, avaliação da qualidade vocal (perceptivo-auditiva, acústica e aerodinâmica) e autoavaliação. Esses procedimentos se complementam e devem ser analisados em conjunto, a fim de fornecer uma visão global da voz, estabelecer o diagnóstico, definir a conduta e, nos casos em que for necessário terapia ou treinamento, também acompanhar a evolução clínica do caso⁽¹⁻³⁾.

Conforme supracitado, um dos procedimentos realizados na avaliação da qualidade vocal é a análise acústica, que visa detalhar quantitativamente os atributos físicos da onda sonora no domínio do tempo⁽⁴⁾. Trata-se de um método computadorizado, objetivo, não invasivo, de baixo custo, rápido, de fácil realização e interpretação, que permite a transformação de um construto abstrato em uma realidade concreta^(1,5).

Apesar de algumas críticas em relação à análise acústica, principalmente por não haver uma correlação exata entre seus resultados e os da análise perceptivo-auditiva, sua importância na clínica é inegável⁽⁶⁾. Dentre seus pontos positivos, estão os fatos de facilitar a compreensão da produção da voz, gerar dados normativos, produzir documentação vocal, monitorar o resultado do tratamento, acompanhar o desenvolvimento da voz e detectar precocemente os problemas de voz^(1,2,6). Além disso, determinar as etiologias de certos distúrbios vocais é difícil, quando são usadas apenas ferramentas subjetivas, como a análise perceptivo-auditiva, sendo que uma avaliação multidimensional composta por dados subjetivos e objetivos torna-se mais fidedigna⁽⁶⁾.

Para realizar a análise acústica, a amostra vocal é obtida utilizando-se um microfone. Desta forma, o microfone utilizado para captar o sinal sonoro pode influenciar os resultados dos parâmetros acústicos extraídos⁽⁷⁾. Assim, para a extração de medidas acústicas fidedignas, é importante que se tenha boa captação do som.

Para fins científicos, é recomendada a captação do sinal sonoro da voz com microfones profissionais de boa qualidade, unidirecionais, com boa impedância e curva de resposta em frequência constante. Tais características garantem que o sinal não seja distorcido durante a captação e, conseqüentemente, não seja processado de forma equivocada pelo sistema de análise do *software* computadorizado. Porém, tais equipamentos têm custos financeiros consideravelmente altos. Atualmente, além desses equipamentos, a maior parte dos laboratórios realiza a captação de sinais com os microfones acoplados a interfaces (placas de som)^(8,9), que minimizam o ruído interno do computador e do ambiente, e padronizam a captação do sinal.

Pesquisas internacionais que compararam diversos microfones mostraram que o tipo de microfone influenciou a precisão das medidas de perturbação do sinal acústico^(7,10), o que interferiu na diferenciação de vozes patológicas e normais⁽⁷⁾. No entanto, estudo recente que comparou seis modelos de microfones conectados a um pré-amplificador apontou poucas diferenças entre eles, além de sugerir que um microfone de 100 dólares produziu as melhores respostas⁽¹¹⁾.

Tais pesquisas, entretanto, abordaram microfones importados, de alto custo, o que não representa a realidade da maior parte das instituições e clínicas fonoaudiológicas brasileiras. Por este motivo, torna-se relevante a realização de uma pesquisa que compare o resultado da análise acústica, a partir da captação do sinal com dois diferentes microfones utilizados no Brasil, a fim de verificar se a captação do sinal sonoro realizada por eles influencia o resultado dos parâmetros acústicos extraídos.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi comparar os valores das medidas acústicas da voz, extraídas de gravações vocais realizadas com dois tipos de microfones.

MÉTODOS

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo observacional, transversal e analítico.

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual do Centro-Oeste, sob o parecer 706.335. Todos os participantes aderiram à pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Amostra

O recrutamento dos participantes foi realizado na comunidade local. Para selecionar os participantes, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão. Foram adotados como critérios de inclusão: sexo feminino; faixa etária de 18 a 59 anos; ausência de queixa vocal; qualidade vocal adaptada (variabilidade normal – sinal sonoro do tipo 1⁽¹²⁾). Foram excluídos indivíduos que referiram tabagismo e etilismo. Para aplicação dos critérios de seleção, os participantes responderam a um questionário elaborado pelos pesquisadores, com perguntas sobre dados sociodemográficos, saúde e hábitos gerais e vocais, e passaram por uma triagem vocal perceptivo-auditiva com escala visual analógica para classificação do grau geral do desvio vocal. A triagem foi realizada por um fonoaudiólogo, especialista em voz, com mais de dez anos de experiência em avaliação perceptivoauditiva, que não participou da coleta de dados. O profissional foi orientado a ouvir a voz e avaliar o grau geral do desvio vocal em uma escala visual analógica de 100 mm. Foram consideradas como variabilidade normal as vozes com grau de desvio até 35,5 mm⁽¹³⁾. Alguns dados do questionário foram utilizados para caracterizar a amostra.

A fim de estimar o número de participantes, foi realizado um cálculo amostral a partir de um estudo piloto. Considerou-se, como estimativa de variabilidade, o maior desvio padrão da diferença entre as médias dos parâmetros acústicos, que foi de 3,44 Hz para a frequência fundamental (F_0). Adotou-se nível de significância de 5% e poder do teste de 80% para detectar a diferença mínima entre os microfones de 1 Hz. O tamanho mínimo estimado para a amostra foi de 95 participantes. Dessa forma, foram selecionados

para participar da presente pesquisa 103 indivíduos do sexo feminino, idades entre 18 e 54 anos (média de 21 anos), sem queixas vocais e com vozes adaptadas.

Coleta de dados

Todos os procedimentos foram realizados por um mesmo fonoaudiólogo, em uma sala com vedamento acústico. A coleta de dados foi realizada individualmente. A duração foi entre dez e 20 minutos por sujeito.

Para a coleta de dados, os participantes foram orientados a sentar de forma confortável em uma cadeira, com as pernas flexionadas em um ângulo de 90° e os pés inteiramente no chão. Os indivíduos foram orientados a manter o pescoço relaxado, sem anteriorização ou posteriorização, com o queixo paralelo ao chão.

Os participantes foram instruídos a realizar a emissão da vogal /ε/, de forma sustentada, em tempo máximo de fonação, após inspiração profunda, em *pitch* e *loudness* habituais. Dois tipos de microfones unidirecionais foram utilizados para captação do sinal: microfone do tipo cardioide, de uso profissional, da marca *Shure*, modelo SM58, posicionado a 3 cm da boca do paciente; microfone de cabeça, do tipo eletreto, da marca *Karsect*, modelo HT-9, posicionado a 45° e a 3 cm da boca do paciente. A coleta de dados foi realizada com os dois microfones simultaneamente.

As amostras foram gravadas diretamente em um computador, através da interface de gravação M-Audio Fast Track C400. A gravação foi feita no *software* Audacity (GNU GPL™), em modo estéreo, a fim de separar os sinais – uma captação de cada microfone – para a mesma voz, uma vez que a coleta foi simultânea. A calibração dos volumes dos dois microfones foi feita pela entrada de áudio do programa Audacity (GNU GPL™). Assim, a captação feita pelos dois microfones teve intensidade semelhante. As amostras em que, eventualmente, ocorreu saturação do sinal, que é específico da interface, foram excluídas. Nestes casos, uma nova amostra foi coletada em seguida. Posteriormente, as amostras foram editadas, excluindo-se o segundo inicial e final da emissão, a fim de eliminar o período de instabilidade fonatória.

A partir das amostras vocais editadas, foi realizada a análise acústica. Os parâmetros acústicos extraídos foram: F_0 , *Jitter*, *Shimmer* e proporção *Glottal to Noise Excitation* (GNE). Para extração das medidas, foi utilizado o *software* Voxmetria (CTS Informática™).

Análise de dados

Foram realizadas análises estatísticas descritivas e inferenciais das medidas acústicas obtidas com os dois microfones. A normalidade das variáveis foi calculada com o teste Shapiro Wilks e apenas a F_0 obteve distribuição normal. A análise inferencial da variável normal foi realizada utilizando-se o teste paramétrico Teste t pareado e a das variáveis não normais com o Teste de Wilcoxon. Para todas as análises, adotou-se nível de significância de 5%. Utilizou-se o *software* Statistics, versão 17.0 (Stat Soft Inc.™).

RESULTADOS

Houve diferença entre os microfones apenas para o *Shimmer* ($p=0,026$), com valores maiores para os sinais acústicos captados com o microfone *Karsect* HT-9. Para as medidas de F_0 , *Jitter* e proporção GNE, não houve diferença entre os microfones *Karsect* HT-9 e *Shure* SM58 (Tabela 1).

DISCUSSÃO

Um dos fatores que interferem na análise acústica da voz é o microfone utilizado na captação do sinal sonoro do qual, posteriormente, serão extraídos os valores dos parâmetros pretendidos. Isso ocorre porque ainda não há uma recomendação em relação às especificações necessárias dos microfones para uso clínico ou científico na gravação do sinal sonoro. Este fato pode comprometer a fidedignidade dos achados, dificultando a comparação entre os diversos estudos presentes na literatura⁽¹⁴⁾. Há estudos internacionais que buscaram comparar diferentes microfones, porém, a maioria importados e de alto custo, o que não representa a realidade dos microfones utilizados hoje no Brasil. Desta forma, torna-se importante obter evidências científicas para respaldar o uso de diferentes tipos de microfones, como o *Karsect* HT-9, muito utilizado clinicamente pelos profissionais brasileiros que atuam na área da voz por acompanhar a interface *Andrea PureAudio™ USB-SA* (*Andrea Electronics*)⁽¹⁵⁻¹⁸⁾ e o *Shure* SM58, bastante utilizado em pesquisas científicas internacionais⁽¹⁹⁻²²⁾, acoplados a interfaces de gravação de qualidade, na análise acústica da voz.

Os valores da F_0 obtidos nesta pesquisa pelos microfones *Shure* SM58 e *Karsect* HT-9 demonstraram não haver diferença

Tabela 1. Comparação das medidas acústicas de frequência fundamental, *Jitter*, *Shimmer* e proporção *Glottal to Noise Excitation* nas emissões captadas com os microfones *Shure* SM58 e *Karsect* HT-9

Medida	Microfone	Média	DP	Mediana	Q25	Q75	Valor de p
F_0	<i>Shure</i> SM58	221,900	17,700	221,500	210,570	231,840	0,705
	<i>Karsect</i> HT-9	222,000	17,900	221,500	210,570	231,850	
<i>Jitter</i>	<i>Shure</i> SM58	0,300	0,193	0,200	0,100	0,400	0,181
	<i>Karsect</i> HT-9	0,268	0,188	0,200	0,130	0,350	
<i>Shimmer</i>	<i>Shure</i> SM58	2,595	1,096	2,300	1,790	3,360	0,026*
	<i>Karsect</i> HT-9	2,771	1,274	2,500	1,790	3,530	
Proporção GNE	<i>Shure</i> SM58	0,839	0,136	0,900	0,780	0,940	0,112
	<i>Karsect</i> HT-9	0,843	0,132	0,900	0,790	0,940	

Teste-t pareado e Teste de Wilcoxon; *Valores estatisticamente significantes ($p<0,05$)

Legenda: DP = desvio padrão; Q25 = primeiro quartil; Q75 = terceiro quartil; F_0 = frequência fundamental; GNE = *Glottal to Noise Excitation*

entre eles. A partir deste resultado e, conforme já relatado anteriormente pela literatura^(1,23-25), afirma-se que a F_0 é um dos parâmetros acústicos mais consistentes e robustos, em relação às condições de registro. Tal resultado também foi encontrado para as medidas de *Jitter* e proporção GNE, que se referem, respectivamente, a uma medida de perturbação e uma de ruído.

Esses resultados concordam com os achados de um estudo que analisou amostras de vogais sintetizadas, com propriedades acústicas geradas eletronicamente, e possibilitou a definição de quais microfones podem ser considerados confiáveis na extração de medidas vocais. Usando este sinal acústico, os autores compararam seis microfones, incluindo o *Shure SM58*, e todos eles apresentaram valores muito próximos do valor real⁽¹¹⁾.

Por outro lado, no que se refere à medida de perturbação *Shimmer*, os resultados obtidos na análise estatística apontaram diferença entre os microfones, com valores superiores nas medidas extraídas de vozes captadas com o microfone *Karsect HT-9*, em relação ao microfone *Shure SM58*. O *Shimmer*, perturbação da amplitude no curto prazo, indica a variabilidade involuntária da amplitude da onda sonora, ou seja, representa as irregularidades na amplitude dos ciclos glóticos, de um ciclo a outro⁽²⁾. Diferentemente da F_0 , o *Shimmer* não é tão robusto⁽¹⁾, mas tem confiabilidade aceitável⁽⁶⁾. Além disso, autores inferiram que as medidas de perturbação são as mais sensíveis às diferentes condições de registro⁽²⁶⁾.

É importante ressaltar, também, que, no presente estudo, os valores da mediana e dos quartis estiveram dentro do recomendado para vozes saudáveis, na extração do *Shimmer* das amostras de ambos os microfones. Dessa forma, a interpretação dos valores quanto a normalidade da medida, segundo padrões do *software VOXMETRIA*, seria semelhante.

Estudo que comparou quatro tipos diferentes de microfones mostrou que não houve diferença entre eles para a medida de perturbação *Jitter*, porém, houve diferença para *Shimmer*. Essa diferença foi atribuída a uma combinação de resposta de frequência do microfone e as características internas de ruído. As medidas de perturbação de amplitude dependem da variação ciclo a ciclo do valor do pico do pulso glótico, que é suscetível a ruído e modelagem de frequência do microfone. Para que isso não afete a classificação da normalidade da voz no parâmetro, os autores sugeriram o uso de um filtro de equalização para nivelar a resposta de frequência dos microfones e, assim, melhorar a precisão da classificação. Além disso, indicaram o uso de uma combinação de medidas acústicas para alcançar um bom desempenho quando a finalidade é a discriminação de vozes normais e patológicas, caso em que são usados microfones não profissionais para coleta do sinal sonoro, com o objetivo de extração de dados acústicos⁽⁷⁾.

O microfone utilizado para captação sonora pode oferecer condições que contribuem para um sinal eficiente. No *Shure SM58*, há dois tipos de filtros inerentes, que se encontram abaixo da parte metálica: o filtro *rolloff*, que isola a fonte principal de som e minimiza ruídos de fundo e o filtro esférico embutido, de alta frequência, que minimiza o ruído do vento e o *pop* da respiração. Já o *Karsect HT-9*, contém um filtro de espuma. Sendo assim, acredita-se que a diferença entre os filtros dos microfones possa ter influenciado na captação do sinal sonoro e, conseqüentemente, na extração de medidas de *Shimmer* diferentes.

Apesar da diferença estatística, considera-se necessário refletir a respeito da relevância desses resultados na prática clínica. Acredita-se que, por haver diferença em apenas um

parâmetro, tais resultados não sejam relevante clinicamente e não interfiram na utilização do microfone *Karsect HT-9*, visto que a análise acústica constitui uma série de procedimentos considerados em conjunto, para determinação do diagnóstico⁽²⁷⁾. Além disso, a literatura recomenda a análise dos parâmetros de perturbação em conjunto, a fim de melhorar a confiabilidade dos resultados e, mesmo assim, sua interpretação deve ser cautelosa^(7,27).

Outra questão referente ao uso clínico é que, para fins de acompanhamento de resultados terapêuticos, o nível de ruído adicional seria o mesmo em todas as reavaliações. Porém, ressalta-se a importância da utilização de uma interface de qualidade (M-Audio Fast Track C400), em conjunto com os microfones, conforme metodologia proposta no presente estudo.

Nesta pesquisa, foram coletadas vozes adaptadas e, portanto, há necessidade de estudos futuros, para comparar diferentes tipos de sinais vocais, a fim de investigar se há influência do microfone no uso de parâmetros clínicos, com a finalidade de diferenciar vozes normais e patológicas. Além disso, uma das limitações do presente estudo foi a inclusão apenas de participantes do sexo feminino. Em vista disso, faz-se necessário replicar a pesquisa com participantes adultos do sexo masculino, com o intuito de verificar se os achados são semelhantes, independentemente do sexo do participante.

CONCLUSÃO

A maior parte dos parâmetros acústicos extraídos a partir da gravação de voz realizada com os microfones *Shure SM58* e *Karsect HT-9* foram semelhantes. Infere-se, portanto que, quando acoplados a uma interface de qualidade, ambos os microfones podem ser utilizados para gravação do sinal sonoro na análise acústica.

REFERÊNCIAS

1. Behlau M, Madazio G, Oliveira G. Functional dysphonia: strategies to improve patient outcomes. *Patient Relat Outcome Meas*. 2015;6:243-53. <http://dx.doi.org/10.2147/PROM.S68631>. PMID:26664248.
2. Behlau M. *Voz: o livro do especialista*. 1. ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.
3. Lopes LW, Silva JD, Simões LB, Evangelista DS, Silva POC, Almeida AA, Lima-Silva MFB. Relationship between acoustic measurements and self-evaluation in patients with voice disorders. *J Voice*. 2017;31(1):119. e1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.02.021>. PMID:27049448.
4. Sader RM, Hanayama EM. Considerações teóricas sobre a abordagem acústica da voz infantil. *Rev CEFAC*. 2004;6(3):312-8.
5. Eadie TL, Doyle PC. Classification of dysphonic voice: acoustic and auditory-perceptual measures. *J Voice*. 2005;19(1):1-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.02.002>. PMID:15766846.
6. Christmann MK, Brancalioni AR, Freitas CR, Vargas DZ, Keske-Soares M, Mezzomo CL, Mota HB. Uso do programa MDVP em diferentes contextos: revisão de literatura. *Rev CEFAC*. 2015;17(4):1341-9. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620151742914>.
7. Parsa V, Jamieson DG, Pretty BR. Effects of microphone type on acoustic measures of voice. *J Voice*. 2001;15(3):331-43. [http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997\(01\)00035-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997(01)00035-2). PMID:11575630.

8. Uloza V, Petrauskas T, Padervinskis E, Ulozaitė N, Barsties B, Maryn Y. Validation of the acoustic voice quality index in the Lithuanian language. *J Voice*. 2017;31(2):257.e1-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.06.002>. PMID:27427182.
9. Mezzedimi C, Di Francesco M, Livi W, Spinosi MC, De Felice C. Objective evaluation of presbyphonia: spectroacoustic study on 142 patients with Praat. *J Voice*. 2017;31(2):257.e25-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.05.022>. PMID:27427181.
10. Titze IR, Winholtz WS. Effect of microphone type and placement on voice perturbation measurements. *J Speech Hear Res*. 1993;36(6):1177-90. <http://dx.doi.org/10.1044/jshr.3606.1177>. PMID:8114484.
11. Kisenwether JS, Sataloff RT. The effect of microphone type on acoustical measures of synthesized vowels. *J Voice*. 2015;29(5):548-51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.11.006>. PMID:25998411.
12. Titze IR. Workshop on acoustic analysis. Iowa: National Center for Voice and Speech; 1995. Summary statement; p. 26-30.
13. Yamasaki R, Madazio G, Leão SHS, Padovani M, Azevedo R, Behlau M. Auditory-perceptual evaluation of normal and dysphonic voices using the voice deviation scale. *J Voice*. 2017;31(1):67-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.01.004>. PMID:26873420.
14. Vaz Freitas S. A avaliação das alterações vocais: registo e análise audioperceptual e acústica da voz. In: Peixoto V, Rocha J, organizadores. *Metodologias de intervenção em Terapia da Fala*. Porto: Edições Universidade Fernando Pessoa; 2009. p. 225-53.
15. Zambão VR, Penteadó RZCM, Calçada MLM. Condições de trabalho e uso profissional da voz de cantores de bandas de baile. *Rev CEFAC*. 2014;16(6):1909-18. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216201417713>.
16. Lima AT, Lucena JA, Araújo ANB, Lira ZS, Gomes AOC. Perfil de extensão vocal em coristas após técnica de vibração de língua associada a escalas. *Rev CEFAC*. 2016;18(3):626-34. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216201618315415>.
17. Santos ACM, Borrego MCM, Behlau M. Effect of direct and indirect voice training in Speech-Language Pathology and Audiology students. *CoDAS*. 2015;27(4):384-91. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20152014232>. PMID:26398263.
18. Martins S, Oliveira D. Correlation between the degree of neurogenic oropharyngeal dysphagia with the level of dysphonia in the elderly: analysis related. *Rev Pesqui Cuid é Fundam Online*. 2014;6(3):1191-201. <http://dx.doi.org/10.9789/2175-5361.2014v6n3p1191>.
19. Murray ESH, Hands GL, Calabrese CR, Stepp CE. Effects of adventitious acute vocal trauma: relative fundamental frequency and listener perception. *J Voice*. 2016;30(2):177-85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.04.005>. PMID:26028369.
20. Valença EHO, Salvatori R, Souza AHO, Oliveira-Neto LA, Oliveira AHA, Gonçalves MIR, Oliveira CR, D'Ávila JS, Melo VA, Carvalho S, Andrade BM, Nascimento LS, Rocha SB, Ribeiro TR, Prado-Barreto VM, Melo EV, Aguiar-Oliveira MH. Voice formants in individuals with congenital, isolated, lifetime growth hormone deficiency. *J Voice*. 2016;30(3):281-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.03.015>. PMID:25953587.
21. Zourmand A, Ting H-N, Mirhassani SM. Gender classification in children based on speech characteristics: using fundamental and formant frequencies of Malay vowels. *J Voice*. 2013;27(2):201-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.12.006>. PMID:23473455.
22. Fadel CBX, Dassist-Leite AP, Santos RS, Rosa MO, Marques JM. Acoustic characteristics of the metallic voice quality. *CoDAS*. 2015;27(1):97-100. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20152014159>. PMID:25885203.
23. Morris RJ, Brown WS Jr. Comparison of various automatic means for measuring mean fundamental frequency. *J Voice*. 1996;10(2):159-65. [http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997\(96\)80043-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997(96)80043-9). PMID:8734391.
24. Ribeiro VV, Pedrosa V, Silverio KCA, Behlau M. Laryngeal manual therapies for behavioral dysphonia: a systematic review and meta-analysis. *J Voice*. 2018;32(5):553-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.06.019>. PMID:28844806.
25. Carson CP, Ingrisano DR-S, Eggleston KD. The effect of noise on computer-aided measures of voice: a comparison of CSpeechSP and the multi-dimensional voice program software using the CSL 4300B module and multi-speech for Windows. *J Voice*. 2003;17(1):12-20. [http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997\(03\)00031-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997(03)00031-6). PMID:12705815.
26. Karnell MP, Hall KD, Landahl KL. Comparison of fundamental frequency and perturbation measurements among three analysis systems. *J Voice*. 1995;9(4):383-93. [http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80200-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80200-0). PMID:8574304.
27. Brockmann-Bauser M, Drinnan MJ. Routine acoustic voice analysis: time to think again? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011;19(3):165-70. <http://dx.doi.org/10.1097/MOO.0b013e32834575fe>. PMID:21483265.