

Medidas acústicas de fonte glótica de vozes masculinas normais***

Acoustic measurements of the glottal source of normal male voices

Bárbara Costa Beber*
Carla Aparecida Cielo**

*Fonoaudióloga. Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS). Fonoaudióloga da Prefeitura Municipal de Mostardas e Cidreira - RS. Endereço para correspondência: Rua Juvenal Custódio Oliveira, 318. Palmares do Sul - RS. CEP 95540-000. (bcbfono@yahoo.com.br).

**Fonoaudióloga. Doutora em Linguística Aplicada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Professora Adjunta do Curso de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da UFSM - RS.

***Trabalho Realizado no Departamento de Fonoaudiologia da UFSM - RS.

Artigo Original de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 05.06.2009.
Revisado em 28.08.2009; 22.03.2010;
05.04.2010; 13.06.2010.
Aceito para Publicação em 16.08.2010.

Abstract

Background: acoustic vocal characteristics of young male adults. Aim: to characterize the acoustic measurements of the glottal source of young male adults with normal voices and larynx and to compare these results to the standard measurements proposed by the software used for this assessment. Method: 25 young male individuals (20 to 40 years), who presented normal voices and larynx, were selected. All subjects had the prolonged vowel [a] emission analyzed by the Multi Dimensional Voice Program Advanced (MDVPA). The Lilliefords test, with a significance level of 5%, was used to verify the normal distribution of the results of each measurement. The parameters with normal distribution had their means compared to the standard measurements proposed by the program using the T Test (significance level of 5%). Results: the group was characterized by 18 means of acoustic measurements. Measurements of frequency disturbance and amplitude were the ones that most differed from the standard measurements, presenting higher values. Approximately half of the measurements presented normal distribution. Conclusions: the measurements of jitter and shimmer of young male adults with normal voices and larynx were high. Measurements of fundamental frequency, noise and instability remained within the expected values. Approximately half of the measurements presented normal distribution prevailing those of jitter and shimmer, indicating that these measurements can be used as a reference.

Key Words: Voice; Men's Health; Speech Acoustics.

Resumo

Tema: características vocais acústicas de homens jovens adultos. Objetivo: caracterizar as medidas acústicas da fonte glótica de homens adultos jovens com voz e laringe normais e compará-las ao padrão do software usado. Método: foram selecionados 25 sujeitos do sexo masculino, voz e laringe normais, faixa etária de adulto jovem (20 a 40 anos). Todos tiveram a emissão da vogal [a] analisada pelo *Multi Dimensional Voice Program Advanced* (MDVPA). Foi realizada a distribuição normal dos resultados de cada medida do programa através do Teste *Lilliefords*, com nível de significância de 5%. Os parâmetros que tiveram distribuição normal tiveram suas médias comparadas ao padrão de normalidade proposto pelo programa através do Teste t, com nível de significância de 5%. Resultado: o grupo foi caracterizado por 18 médias de medidas acústicas. As medidas de perturbação de frequência e de amplitude foram as que mais se distanciaram da normalidade, apresentando valores altos. Aproximadamente a metade das medidas apresentou distribuição normal. Conclusão: em homens adultos jovens com voz e laringe normais, as medidas de *jitter* e de *shimmer* mostraram-se altas e as de frequência fundamental, de ruído e de instabilidade ficaram dentro do esperado. Aproximadamente a metade das medidas apresentou distribuição normal, predominando as de *jitter* e de *shimmer*, podendo ser utilizadas como referência.

Palavras-Chave: Voz; Saúde do Homem; Acústica da Fala.

Referenciar este material como:



Beber BC, Cielo CA. Medidas acústicas de fonte glótica de vozes masculinas normais. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2010 jul-set;22(3):299-304.

Introdução

O *Multi Dimension Voice Program Advanced* (MDVPA) da *kay Elemetrics*® é um programa de análise acústica da voz que calcula até 33 medidas da produção vocal, representando-as graficamente e comparando-as com valores normativos próprios¹⁻².

Muitos parâmetros vocais são dependentes do sexo, tipo facial, raça e faixa etária³⁻⁸, o que faz com que cada sujeito, ou grupo de sujeitos, apresente características vocais próprias.

Inúmeros estudos procuram normatizar parâmetros vocais acústicos para caracterizar a voz humana. Porém, quando os resultados são comparados com padrões de normalidade da literatura, diferenças mostram-se evidentes. As diferenças encontradas podem estar relacionadas ao *software* de análise da voz ou ao próprio sujeito⁴.

Em virtude da escassez de estudos, tanto nacionais quanto internacionais, que proponham medidas-base para a avaliação acústica glótica das vozes dos diferentes sexos, este estudo objetivou caracterizar as medidas acústicas da fonte glótica de homens adultos jovens com voz e laringe normais, por meio do MDVPA e compará-las ao padrão do programa.

Método

Estudo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da instituição de origem (0087.0.243.000-07) sendo uma análise quantitativa, transversal e exploratória, por meio de coleta em banco de dados (primeira etapa) e em campo (segunda etapa).

Os dados da primeira etapa estavam armazenados em um banco de dados no Laboratório de Voz da instituição de origem e ainda não haviam sido utilizados. Os sujeitos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que a clínica-escola oferece e que prevê a utilização dos dados coletados em pesquisas futuras.

A segunda etapa iniciou após leitura e assinatura do TCLE específico da pesquisa, conforme a resolução 196/96, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), por todos os sujeitos da pesquisa.

O grupo de estudo foi constituído de forma intencional. Os critérios de inclusão compreenderam: sujeitos do sexo masculino; diagnóstico otorrinolaringológico de laringe normal; faixa etária de adulto jovem (20 a 40 anos); adesão ao TCLE.

Os critérios de exclusão foram: histórico médico de doenças neurológicas, psiquiátricas, endocrinológicas ou gástricas; queixas vocais (rouquidão, fadiga vocal, falhas na voz, etc.); alterações vocais perceptivo-

auditivas; gripe, alergias respiratórias ou outras doenças que pudessem limitar o desempenho vocal; hábitos de etilismo e tabagismo; tratamento fonoaudiológico e/ou otorrinolaringológico prévios; alterações auditivas; alterações do sistema estomatognático; ser cantor (a); idade abaixo de 20 anos; idade acima de 40 anos.

Os sujeitos da primeira etapa foram selecionados através da análise de todas as suas avaliações armazenadas, visando aos critérios de inclusão e exclusão. Na segunda etapa, após assinarem ao TCLE, responderem a um questionário, realizarem avaliação otorrinolaringológica e triagem fonoaudiológica, que incluiu avaliação miofuncional orofacial e triagem auditiva, bem como a observação da qualidade de voz, foram selecionados os sujeitos que se enquadraram nos critérios de inclusão e de exclusão.

Na triagem auditiva, optou-se por varredura de tons puros nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz a 25 dB, somente pela via aérea⁹.

Para a exclusão dos sujeitos com alterações vocais perceptivo-auditivas, optou-se por classificar as vozes em "com" ou "sem" presença de ruído (soprosidade, aspereza, rouquidão), de tensão (voz comprimida ou tenso-estrangulada), de instabilidade (tremor, quebras de sonoridade, quebras de frequência), de *pitch* inadequado, compreendendo possíveis desequilíbrios da fonte glótica¹⁰. Esta avaliação foi realizada com as gravações de fala espontânea do banco de dados, na primeira etapa, e pela gravação da entrevista, na segunda etapa da pesquisa, e foram excluídos todos os sujeitos que apresentaram a presença de qualquer uma das alterações mencionadas, mesmo que possuíssem diagnóstico otorrinolaringológico de laringe normal.

O exame otorrinolaringológico foi realizado por um médico otorrinolaringologista através de videolaringoscopia. Os demais exames, necessários para definição da inclusão ou exclusão dos sujeitos na pesquisa, e a coleta de dados, foram realizados por uma das fonoaudiólogas responsáveis pela pesquisa, a qual possui mestrado e experiência na área da voz. A interpretação dos exames para inclusão ou exclusão não foi cega.

Foram selecionados 25 homens adultos jovens (13 na primeira etapa e 12 na segunda etapa) com idades entre 20 e 39 anos (média de 28 anos).

A coleta das vozes dos sujeitos da primeira etapa já havia sido realizada anteriormente e foram seguidos os mesmos passos para os sujeitos da segunda etapa. A emissão sustentada da vogal [a] foi coletada com o sujeito em pé e braços estendidos ao longo do corpo. O microfone acoplado ao gravador digital da marca *Sony*, modelo ICD-P210, foi posicionado em ângulo de 90° graus e distância de 4cm da boca^{5,10-11}. A emissão foi

sustentada, em frequência e intensidade habituais, após inspiração profunda e em tempo máximo de fonação (TMF)⁵.

Para a análise acústica das vozes, foi excluído o ataque vocal e, a partir disso, foram extraídos 3,5 segundos iniciais da emissão da vogal [a]^{5,10,12}.

A análise das emissões foi realizada utilizando-se o MDVPA, sendo que, das medidas extraídas pelo programa, foram úteis para este estudo 28 medidas.

Os resultados foram comparados à média e ao limiar superior (*threshold*) de normalidade propostos pelo programa, exceto o parâmetro f0 que foi comparado à faixa de normalidade para homens (80 -150Hz) proposta por um estudo brasileiro, já que este englobava valores propostos por outros estudos¹³.

Para a distribuição normal dos dados, aplicou-se

o Teste *Lilliefords* (nível de significância de 5%). Nos parâmetros em que a distribuição dos dados foi normal, foi possível aplicar o Teste t (nível de significância de 5%), a fim de comparar a média obtida no estudo com os padrões de normalidade propostos pelo programa MDVPA. Quando a distribuição de determinados dados não é normal, é porque o resultado de algum sujeito se diferencia muito dos outros, assim a média resultante pode não ser representativa do grupo. Porém, serão discutidas as médias das medidas sem distribuição normal, pois estas também apontam possibilidades importantes.

Resultados

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam as médias de todas as medidas obtidas para o grupo estudado e os resultados das análises estatísticas.

TABELA 1. Resultados das medidas de frequência de homens com voz e laringe normais.

| Parâmetro | Resultados | | | | Padrão do Programa | | | | p |
|-----------|------------|--------|------|-------------|--------------------|-----------|-------|------|---------|
| | Média | DP | CV | Normalidade | Média | Threshold | DP | CV | |
| f0 (Hz) | 120,16 | 23,72 | 0,20 | p < 0,05 | 80-150Hz | 150Hz*** | - | - | - |
| fhi (Hz) | 155,88 | 110,19 | 0,71 | p < 0,01 | 150,08 | - | 24,36 | 0,16 | - |
| flo (Hz) | 110,53 | 25,05 | 0,23 | p > 0,20* | 140,42 | - | 23,73 | 0,17 | 0,00000 |
| STD de f0 | 3,03 | 3,13 | 1,03 | p < 0,01 | 1,35 | - | 0,68 | 0,50 | - |

* Segue distribuição Normal. Teste *Lilliefords*. **Está dentro da normalidade do programa. Teste t. ***Segundo Behlau, Pontes e Tosi (1985).
 Legenda: DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação; f0 = Frequência Fundamental; fhi = Frequência Fundamental Máxima; flo = Frequência Fundamental Mínima; STD de f0 = Desvio Padrão da Frequência Fundamental.

TABELA 2. Resultados das medidas de perturbação da frequência e da intensidade de homens com voz e laringe normais.

| Parâmetro | Resultados | | | | Padrão do Programa | | | | p |
|-----------|------------|--------|------|-------------|--------------------|-----------|-------|------|---------|
| | Média | DP | CV | Normalidade | Média | Threshold | DP | CV | |
| Jita (us) | 128,25 | 100,28 | 0,78 | p < 0,05 | 41,66 | 83,20 | 36,48 | 0,88 | - |
| Jitt (%) | 1,51 | 1,13 | 0,75 | p > 0,20* | 0,59 | 1,04 | 0,54 | 0,91 | 0,00044 |
| RAP (%) | 0,89 | 0,69 | 0,78 | p > 0,20* | 0,35 | 0,68 | 0,33 | 0,97 | 0,00068 |
| PPQ (%) | 0,91 | 0,74 | 0,82 | p < 0,10* | 0,34 | 0,84 | 0,29 | 0,86 | 0,00084 |
| sPPQ (%) | 1,22 | 0,90 | 0,74 | p < 0,01 | 0,56 | 1,02 | 0,30 | 0,53 | - |
| vf0 (%) | 2,56 | 2,65 | 1,03 | p < 0,01 | 0,94 | 1,10 | 0,43 | 0,46 | - |
| ShdB (dB) | 0,42 | 0,40 | 0,95 | p > 0,20* | 0,22 | 0,35 | 0,09 | 0,39 | 0,01876 |
| Shim (%) | 4,54 | 4,25 | 0,94 | p < 0,10* | 2,52 | 3,81 | 1,00 | 0,40 | 0,02559 |
| APQ (%) | 3,87 | 3,69 | 0,95 | p > 0,20* | 1,99 | 3,07 | 0,81 | 0,41 | 0,01753 |
| sAPQ (%) | 6,61 | 6,31 | 0,95 | p < 0,15* | 3,06 | 4,23 | 1,34 | 0,44 | 0,00957 |
| vAm (%) | 14,47 | 13,14 | 0,91 | p < 0,01 | 7,71 | 8,20 | 3,93 | 0,51 | - |

* Segue distribuição normal. Teste *Lilliefords*. **Está dentro da normalidade do programa. Teste t. Legenda: DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação; Jita = *Jitter* Absoluto; Jitt = *Jitter* Percentual; RAP = Média Relativa da Perturbação; PPQ = Quociente de Perturbação do *Pitch*; sPPQ = Quociente de Perturbação do *Pitch* Suavizado; vf0 = Coeficiente da Variação da Frequência Fundamental; ShdB = *Shimmer* em dB; Shim = *Shimmer* Percentual; APQ = Quociente de Perturbação da Amplitude; sAPQ = Quociente de Perturbação da Amplitude Suavizado; vAm = Coeficiente de Variação da Amplitude.

TABELA 3. Resultados das medidas de ruído, medidas de quebras de voz, de segmentos surdos, de componentes subarmônicos e de tremor vocal de homens com voz e laringe normais.

| Parâmetro | Resultados | | | | Padrão do Programa | | | | p |
|-----------|------------|-------|------|-------------|--------------------|-----------|------|------|-----------|
| | Média | DP | CV | Normalidade | Média | Threshold | DP | CV | |
| NHR | 0,18 | 0,06 | 0,35 | p < 0,01 | 0,12 | 0,19 | 0,01 | 0,11 | - |
| VTI | 0,05 | 0,02 | 0,32 | p < 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,02 | 0,31 | - |
| SPI | 8,79 | 3,53 | 0,40 | p < 0,10* | 6,77 | 14,12 | 3,78 | 0,56 | 0,00870 |
| DVB (%) | 0,27 | 0,94 | 3,49 | p < 0,01 | 0,20 | 1,00 | 0,10 | 0,50 | - |
| NVB | 0,20 | 0,71 | 3,54 | p < 0,01 | 0,20 | 0,90 | 0,10 | 0,50 | - |
| DUV (%) | 4,33 | 11,92 | 2,75 | p < 0,01 | 0,20 | 1,00 | 0,10 | 0,50 | - |
| NUV | 5,32 | 14,66 | 2,75 | p < 0,01 | 0,20 | 0,90 | 0,10 | 0,50 | - |
| DSH (%) | 0,43 | 1,80 | 4,24 | p < 0,01 | 0,20 | 1,00 | 0,10 | 0,50 | - |
| NSH (%) | 0,52 | 2,20 | 4,23 | p < 0,01 | 0,20 | 0,90 | 0,10 | 0,50 | - |
| Fftr (Hz) | 3,44 | 2,28 | 0,66 | p > 0,20* | 3,66 | - | 3,73 | 1,02 | 0,63316** |
| Fatr (Hz) | 1,78 | 2,81 | 1,58 | p < 0,01 | 2,73 | - | 1,76 | 0,64 | - |
| FTRI (%) | 0,38 | 0,30 | 0,78 | p > 0,20* | 0,31 | 0,95 | 0,14 | 0,45 | 0,23519** |
| ATRI (%) | 1,36 | 2,68 | 1,97 | p < 0,01 | 2,13 | 4,37 | 1,36 | 0,64 | - |

*Segue distribuição normal. Teste *Lilliefords*. **Está dentro da normalidade do programa. Teste t. Legenda: DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação; NHR = Proporção Ruído-Harmônico; VTI = Índice de Turbulência da Voz; SPI = Índice de Fonação Suave; DVB = Grau de Quebra da Voz; NVB = Número de Quebras Vocais; DUV = Grau de Silêncio - Período sem Voz; NUV = Números de Segmentos não Sonorizados; DSH = Grau dos Componentes Sub-harmônicos; NSH = Números de Segmentos Sub-harmônicos; Fftr = Frequência da Frequência do Tremor; Fatr = Frequência da Amplitude do Tremor (Fatr); FTRI = Índice de Severidade da Frequência do Tremor; ATRI = Índice de Severidade da Amplitude do Tremor.

Discussão

Com relação às medidas de frequência - frequência fundamental (f0), frequência fundamental máxima (fhi) e desvio padrão (STD) da f0, não seguiram distribuição normal, enquanto frequência fundamental mínima (flo) seguiu.

Nesta pesquisa, a f0 esteve dentro da faixa de normalidade masculina proposta pelo estudo utilizado para comparação¹³, convergindo também com outros trabalhos^{5,10,14-15}. Ainda, a f0 é a medida que mais caracteriza a voz humana e que mais apresenta concordância entre os estudos¹⁶, assim como ocorreu com este.

Os resultados obtidos para flo e fhi evidenciam grande variabilidade durante a sustentação da f0, sugerindo instabilidade fonatória. Essa variabilidade pode se justificar pelos sujeitos terem vozes não treinadas, pois, se há maior coordenação pneumofonoarticulatória (CPFA), têm-se, conseqüentemente, uma emissão mais estável¹⁷.

Quanto ao STD da f0, foi possível observar que a média foi superior à do programa e às encontradas em outros estudos¹⁸⁻¹⁹, levantando a hipótese de que essas vozes apresentaram grande variação na

sustentação da f0, fato reforçado pelos valores de flo, fhi, coeficiente da variação da frequência fundamental (vf0) e coeficiente de variação da amplitude (vAm).

Dentre as medidas de perturbação de frequência, Jitt, média relativa da perturbação (RAP) e quociente de perturbação do *pitch* (PPQ) seguiram distribuição normal e suas médias foram consideradas significativamente acima da normalidade. As medidas de Jita, quociente de perturbação do *pitch* suavizado (sPPQ) e vf0 não tiveram distribuição normal, porém, observou-se médias superiores ao *threshold* do programa, concordando com pesquisa que também encontrou a média de sPPQ acima do limiar de normalidade²⁰.

Outros estudos encontraram médias de perturbação de frequência abaixo do limiar de normalidade do MDVP^{2,18}. Porém, ao considerar as faixas de normalidade encontradas em outro estudo¹⁸, para população semelhante, todas as médias desta pesquisa podem ser consideradas dentro da normalidade. Estudos apontam que essas medidas podem aparecer maiores para os homens

em relação às mulheres, porém nem sempre com significância estatística^{2,13,15,18,20}. O *Jitter* aparece correlacionado ao ruído vocal ou à rouquidão, em determinados estudos^{14,21}, por isso, geralmente é maior nos homens, pois as vozes masculinas são mais ruidosas em decorrência da f0 mais grave.

Na análise das medidas de perturbação de intensidade, obteve-se distribuição normal para *Shimmer* em dB (ShdB), *Shimmer* Percentual (Shim), quociente de perturbação da amplitude (APQ) e quociente de perturbação da amplitude suavizado (sAPQ), excetuando-se a vAm, havendo maior distribuição normal entre os sujeitos nesta classe de medidas. Todas apresentaram médias acima do esperado pelo MDVPA e pelos resultados de outra pesquisa²⁰. No entanto, um estudo também obteve medidas de perturbação da intensidade superiores ao limiar de normalidade do MDVPA para homens com voz e laringe normais¹⁸, concordando com os achados deste trabalho.

Dentre as medidas de ruído, o Índice de Fonação Suave (SPI) seguiu distribuição normal e sua média, apesar de estar dentro do limiar de normalidade do programa, não foi considerada estatisticamente normal. As demais medidas [proporção ruído-harmônico (NHR) e índice de turbulência da voz (VTI)] não mostraram distribuição normal, mas apresentaram médias dentro da normalidade do programa. Outros estudos também encontraram essas medidas dentro da normalidade do MDVPA^{2,18}. Espera-se que amostras vocais normais tenham baixos valores de medidas de ruído⁵, enquanto laringes com lesões apresentem medidas de ruído aumentadas²².

A distribuição das medidas de quebra de voz (Grau de Quebra da Voz - DVB e Número de Quebras Vocais - NVB) não foi normal, mas suas médias estiveram dentro da normalidade proposta pelo MDVPA, mostrando que as vozes estudadas não apresentaram interrupções ou quebras, em função de que a amostra foi composta de sujeitos com laringe e voz consideradas normais.

As distribuições das medidas de segmentos surdos ou não sonorizados não foram normais, e a média do número de segmentos não sonorizados (NUV) esteve acima do esperado pelo programa, sugerindo grande quantidade de segmentos não sonorizados que podem refletir como irregularidades ou ruído à emissão^{5,18}.

Dentre as medidas de tremor vocal, obteve-se distribuição normal da frequência da frequência do tremor (Fftr) e índice de severidade da frequência

do tremor (FTRI) e suas médias foram consideradas estatisticamente normais. As médias de frequência da amplitude do tremor (Fatr) e de índice de severidade da amplitude do tremor (ATRI) estiveram dentro da normalidade do programa. Assim, é possível afirmar que, quanto às variações de longo termo, não houve presença de tremor vocal, concordando com a literatura que afirma ser o tremor vocal uma manifestação de alterações neurológicas sobre a voz^{5,23}.

Quanto às medidas de segmentos subarmônicos, altos valores dessas medidas são conseqüentes à vibração de outras estruturas (diplofonia) ou *fry*, e valores baixos estão relacionados à presença de ruído à emissão^{5,18}. Apesar de não ter havido distribuição normal dessas medidas neste estudo, as médias ficaram dentro do esperado pelo programa, evidenciando que o sinal vocal analisado foi gerado por apenas uma fonte. No entanto, as médias podem sugerir algum nível de ruído vocal, dado reforçado pelos valores de *jitter* e de *shimmer* obtidos.

Nesta pesquisa, o teste de distribuição normal foi de grande valia ao mostrar que poucas medidas analisadas tiveram distribuição normal entre os 25 sujeitos do sexo masculino. Isso reforça outro estudo da voz normal, que também encontrou variação inter-sujeitos²⁴.

Torna-se necessário verificar a existência de padrões normativos para cada população, com maiores grupos de sujeitos, questionando a determinação da normalidade pelos programas de análise acústica que, como o MDVPA, foi determinada por 68 pessoas, apenas 15 com voz normal (7 homens e 8 mulheres) e 53 com afecções laríngeas (25 homens e 28 mulheres)¹.

Conclusão

Em homens adultos jovens com voz e laringe normais, as medidas de NHR, VTI, SPI, NVB, DVB, grau dos componentes sub-harmônicos (DSH), números de segmentos sub-harmônicos (NSH), ATRI e FTRI apresentaram médias dentro da faixa de normalidade do programa, sendo significativas apenas Fftr e FTRI e a f0 mostrou média dentro do critério adotado. Aproximadamente a metade das medidas (flo, Jitt, RAP, PPQ, ShdB, Shim, APQ, sAPQ, SPI, Fftr e FTRI) apresentou distribuição normal, predominando as de *jitter* e de *shimmer*, podendo ser utilizadas como referência.

Referências Bibliográficas

1. Deliyiski D. Acoustic model and evaluation of pathological voice production. *Kay Elemetrics*; 1993.
2. Godino-Llorente JJ, Osmá-Ruiz V, Sáenz-Lechón N, Cobeta-Marco I, González-Herranz R, Ramírez-Calvo C. Acoustic analysis of voice using WPCVox: a comparative study with Multi Dimensional Voice Program. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2008;265(4):465-76.
3. Xue SA, Fucci D. Effects of race and sex on acoustic features of voice analysis. *Percept mot skills*. 2000;91(3):951-8.
4. Carrara-De Angelis E, Cervantes O, Abrahão M. Necessidade de medidas objetivas da função vocal: avaliação acústica da voz. In: Ferreira LP, Costa H. O. *Voz Ativa: Falando sobre a Clínica fonoaudiológica*. São Paulo: Roca; 2001. p. 53-72.
5. Barros APB, Carrara-De Angelis E. Análise acústica da voz. In: Dedivitis RA, Barros APB. *Métodos de Avaliação e Diagnóstico da Laringe e Voz*. São Paulo: Lovise; 2002. p. 200-221.
6. González, J. Formant frequencies and body size of speaker: a weak relationship in adults humans. *Journal of Phonetics*. 2004;32(2):277-87
7. Xue SA, Hao GJP, Mayo R. Volumetric measurements of vocal tracts for male speakers from different races. *Clinical Linguistics & Phonetics*. 2006;20(9):691-702.
8. Iseli M, Shue YL, Alwan A. Age, sex, and vowel dependencies of acoustic measures related to the voice source. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2007; 121(4):2283-95.
9. Barrett KA. Triagem Auditiva de Escolares. In: Katz J. (Org). *Tratado de Audiologia Clínica*. 4. ed. São Paulo: Manole; 1999. p. 472-85.
10. Behlau M, Madazio G, Feijó D, Pontes P. Avaliação de Voz. In: Behlau, M. *Voz: o livro do especialista vol I*. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p.85-245.
11. Deliyiski D, Evans MK, Shaw HS. Influence of data acquisition environment on accuracy of acoustic voice quality measurements. *J Voice*. 2005;19(2):176-86.
12. Oguz H, Demirci M, Safak MA, Arslan N, Islam A, Kargin S. Effects of unilateral vocal cord paralysis on objective voice measures obtained by Praat. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2007;264(3):257-62.
13. Behlau MS, Pontes P, Tosi O. Determinação da frequência fundamental e suas variações em altura (*jitter*) e intensidade (*shimmer*) para falantes do Português Brasileiro. *Acta AWHO*. 1985;4(1):5-9.
14. Pinho SMR, Camargo Z. Introdução à análise acústica da voz e da fala. In: Pinho SMR. *Tópicos em Voz*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2001. p. 19-44.
15. Felipe ACN, Grillo MHMM, Grechi TH. Normatização de medidas acústicas para vozes normais. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2006;72(5): 659-64.
16. Guimarães I, Abberton E. Fundamental frequency in speakers of portuguese for different voice samples. *J Voice*. 2005;19(4):592-606.
17. Saxon KG, Schneider CM. *Vocal exercise physiology*. California: singular Publishing group; 1995. p. 69-71.
18. Gonzáles J, Cervera T, Miralles JL. Análisis acústico de la voz: fiabilidad de un conjunto de parámetros multidimensionales. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2002;53: 256-68.
19. Smits I, Ceuppens P, Bodt MS. A comparative study of acoustic voice measurements by means of Dr. Speech and Computadorized Speech Lab. *Journal of Voice*. 2005;19(2): 187-96.
20. Nicastrì M, Chiarella G, Gallo LV, Catalano M, Cassandro E. Multidimensional voice program (MDVP) and amplitude variation param. eters in euphonic adult subjects. Normative study. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2004;24:337-41.
21. Camargo ZA, Madureira S. Análise acústica: revisão crítica de estudos no campo das disfonias. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO (Org.) *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2004. p. 25-33.
22. Jotz GP, Cervantes O, Abrahao M, Settanni FAP, de Angelis EC. Noise-to-harmonics ratio as an acoustic measure of voice disorders in boys. *Journal of Voice*. 2002;16(1): 28-31.
23. Dromey C, Smith ME. Vocal tremor and vibrato in the same person: acoustic and electromyographic differences. *Journal of Voice*. 2008;22(5):541-5.
24. Putzer M, Wokurek W. Multiparametric description of voice quality for normal male and female voices based on acoustic analyses. *Laryngo-Rhino-Otologie*. 2006;85(2): 105-12.