



Brazilian Journal of Otorhinolaryngology

ISSN: 1808-8694

revista@aborlccf.org.br

Associação Brasileira de
Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-
Facial
Brasil

Naufel de Felipe, Ana Clara; Marotti Martelletti Grillo, Maria Helena; Grechi, Thaís Helena
Normatização de medidas acústicas para vozes normais
Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, vol. 72, núm. 5, septiembre-octubre, 2006, pp. 659-664
Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=392437768013>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Normatização de medidas acústicas para vozes normais

Standardization of acoustic measures for normal voice patterns

Ana Clara Naufel de Felipe¹, Maria Helena
Marotti Martelletti Grillo², Thaís Helena Grechi³

Palavras-chave: medidas acústicas, normatização, voz normal.
Keywords: acoustic measures, standardization, normal voice.

Resumo / Summary

Pesquisas têm estabelecido que cada serviço deve estabelecer seus padrões normativos para a análise acústica. O objetivo do presente estudo é normatizar as medidas de frequência fundamental (fo), jitter, shimmer e proporção harmônico-ruído (PHR) para adultos jovens com voz normal. **Método:** Participaram deste estudo 20 homens e 20 mulheres, de 20 a 45 anos de idade, sem sinais e sintomas de problemas vocais, produzindo as vogais sustentadas /a/ e /é/, analisadas pelo programa CSL- 4300 Kay-Elementrics. **Resultados:** Para as mulheres, respectivamente para a vogal /a/ e /é/ os valores médios foram: fo de 205,82Hz e 206,56Hz; jitter de 0,62% e 0,59%; shimmer de 0,22dB e 0,19dB; PHR de 10,9 dB e 11,04 dB. Para os homens, respectivamente para a vogal /a/ e /é/, os valores médios foram: fo de 119,84Hz e 118,92Hz; jitter de 0,49% e 0,5%; shimmer de 0,22 dB e 0,21 dB; PHR de 9,56 dB e 9,63dB. As medidas de fo e PHR foram significativamente maiores para as mulheres em comparação aos homens. **Conclusão:** As diferenças entre os nossos resultados e os dos outros autores confirmam a necessidade de se realizar a normatização para cada programa a ser utilizado.

Studies have established that normative data is necessary for acoustic analysis. The aim of the present study is to standardize fundamental frequency measures (fo), jitter, shimmer and harmonic-noise ratio (HNR) for young adults with normal voice. **Method:** 20 males and 20 females, between 20 and 45 years, without signs and symptoms of vocal problems; CSL-4300 Kay-Elementrics; vowels /a/ and /é/. **Results:** for females, vowels /a/ and /é/ had average measures of: fo 205.82 Hz and 206.56 Hz; jitter of 0.62% and 0.59%; shimmer of 0.22 dB and 0.19 dB; PHR of 10.9 dB and 11.04 dB, respectively. For males, vowel /a/ and /é/ had average measures of: fo 119.84 Hz and 118.92 Hz; jitter of 0.49% and 0.5%; shimmer of 0.22 dB and 0.21 dB; HNR 9.56 dB and 9.63 dB, respectively. Both fo and NHR female measures were significantly higher than their male counterparts. **Conclusion:** our results differ from the literature; therefore, it is important to standardize the program in use.

¹ Mestre e Doutora pela FFCLRP-USP Especialista em Voz pelo CFFa. Professora do curso de Fonoaudiologia da Unaerp.

² Mestre em Educação pela UFSCAR Especialista em Voz pelo CFFa. Professora do curso de Fonoaudiologia da Unaerp.

³ Especialista em Motricidade Orofacial, professora do curso de Fonoaudiologia da Unaerp.

Vinculado ao Curso de Fonoaudiologia da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

Endereço para correspondência: R. Dr. João Gomes da Rocha 880 apto. 51 Ribeirão Preto SP 14.020-550.

Tel: (0xx16) 623-1519 - E-mail: anaedufelippe@netsite.com.br

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da RBORL em 31 de agosto de 2005. Cod. 989.

Artigo aceito em 07 de junho de 2006.

INTRODUÇÃO

A Análise Acústica é um dos componentes do laboratório computadorizado de voz, sendo útil para complementar a avaliação vocal^{1,2} e também para a avaliação da produção de fala³⁻⁵.

Vários são os parâmetros acústicos estudados nesta análise, sendo que os mais comuns na avaliação da voz são: a frequência fundamental, jitter, shimmer e proporção harmônico-ruído.

A frequência fundamental é um importante parâmetro na avaliação anatômica e funcional da laringe⁶ e é determinada pelo número de ciclos que as pregas vocais realizam por segundo. Esta medida é o resultado da interação entre o comprimento, massa e tensão das pregas vocais durante a fonação. Dentre os parâmetros acústicos, a frequência fundamental tem se mostrado o mais consistente parâmetro entre diferentes sistemas de análise acústica, assim como o parâmetro menos sensível às características de gravação da voz⁷⁻⁹.

As medidas de variação da frequência e amplitude ciclo-a-ciclo, respectivamente jitter e shimmer, na emissão de vogais sustentadas têm se mostrado úteis na descrição das características vocais de falantes normais e disfônicos, sendo relacionados respectivamente à aspereza e à rouquidão^{6,10-13}. Os parâmetros frequência fundamental, jitter e shimmer parecem também sofrer a influência do fumo, sendo que a frequência fundamental é significativamente mais baixa e o jitter e shimmer mais altos para os fumantes em comparação aos não-fumantes¹⁴.

A proporção harmônico-ruído caracteriza a relação dos dois componentes da onda acústica de uma vogal sustentada: do componente periódico, sinal regular das pregas vocais, e do ruído adicional, advindo das pregas vocais e do trato vocal^{15,16}.

A proporção harmônico-ruído apresenta diferença significativa entre os sexos, sendo maior para o feminino¹⁷ e sofre a influência da idade, sendo significativamente menor para o grupo de idosas (de 70 a 90 anos), quando comparada com o grupo de mulheres jovens (de 21 a 34 anos) e de meia idade (de 40 a 63 anos)¹⁶, mas não é um parâmetro sensível para diferenciar voz normal de voz disfônica¹³.

No Brasil, a análise acústica vem sendo usada mais intensamente na última década. Casmerides e Costa¹⁸ fizeram um estudo com 32 fonoaudiólogos ligados à área de voz, todos professores de Fonoaudiologia, a fim de caracterizar este grupo de usuários e encontraram que 47% tinham preocupação em sanar as suas necessidades clínicas, sendo este o motivo de usarem os programas de análise acústica como ferramenta complementar na sua prática. Como opinião geral, estes procuravam obter dados menos subjetivos e mais quantitativos. Outro resultado deste estudo foi que, apesar dos usuários mostrarem-se

preocupados com a qualidade das amostras gravadas, a padronização não ocorreu entre os usuários do mesmo tipo de laboratório e nem entre usuários de diferentes tipos de laboratórios.

A padronização, segundo Titze¹⁹, educa, simplifica, economiza tempo, dinheiro e esforço e garante certificação.

Sabendo que os programas computadorizados para análise acústica da fala e da voz utilizam diferentes maneiras para calcular os parâmetros acústicos, alguns estudos procuram normatizar os dados para seus equipamentos^{6,10,17,20,21} e outros têm comparado as principais medidas acústicas entre os diferentes programas de análise, buscando saber se há ou não concordância entre eles^{7,22,23}.

Karnell et al.²², comparando as medidas de frequência fundamental, jitter e shimmer entre 3 programas, encontraram concordância entre as medidas de frequência fundamental, mas não entre as medidas de jitter e shimmer.

Morris e Brown⁷ compararam 6 diferentes sistemas de análise acústica a fim de avaliar o grau de confiabilidade de um mesmo sistema e o grau de concordância entre eles, na determinação da frequência fundamental. Os seus resultados indicaram alta confiabilidade em cada um dos sistemas, ao repetirem a avaliação do mesmo sinal, mas a concordância entre os sistemas utilizados variou, sendo alta para a frequência fundamental nos homens na emissão de vogal sustentada e também na leitura oral para as mulheres, mas baixa concordância para a leitura oral nos homens e nas vogais sustentadas para as mulheres. Os autores encontraram também que o programa CSL mostrou-se o sistema mais acurado de medida da frequência fundamental para a vogal sustentada /a/, no entanto, apresentou o mais alto grau de desvio padrão, especialmente para a vogal /a/.

Com o objetivo de determinar e comparar valores de frequência fundamental, jitter e shimmer de sujeitos do sexo feminino, através de 4 métodos de análise da onda acústica, Spinelli e Behlau²³ avaliaram 24 sujeitos, sem sinais e antecedentes de alterações vocais, emitindo a vogal sustentada /a/. Os resultados demonstraram que os valores de frequência fundamental foram semelhantes apenas entre o programa Soundscope e a Estroboscopia, que por sua vez foram menores que os valores encontrados pelo sistema Vocal-2 e maiores que os determinados pelo programa Dr. Speech. Os valores de jitter e shimmer determinados pelos programas Soundscope e Dr. Speech foram estatisticamente diferentes.

Como a literatura aponta que há muitas variáveis que competem para o resultado final de uma análise acústica computadorizada, é necessário normatizarmos os dados específicos do programa que estamos utilizando.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi normatizar as medidas de frequência fundamental, jitter,

shimmer e proporção harmônico-ruído (PHR) para o programa CSL 4300, da Kay Elemetrics, utilizado na Clínica de Fonoaudiologia da Universidade de Ribeirão Preto, para que possamos obter dados de comparação para a avaliação da voz.

MÉTODO

Este estudo foi submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Ribeirão Preto, sendo aprovado (nº protocolo 10/03). Os sujeitos foram conscientizados sobre o objetivo, procedimentos e a divulgação de seus resultados. Após a concordância, assinaram o termo de consentimento aprovado pelo Comitê acima referido, e conforme a Resolução 196/96 Ministério da Saúde/ Conselho Nacional de Saúde/ Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (MS/CNS/CNEP).

Participaram deste estudo 40 sujeitos adultos jovens, sendo 20 homens e 20 mulheres. Os mesmos frequentavam a Universidade de Ribeirão Preto: eram funcionários, alunos ou acompanhantes de pacientes da clínica de Fonoaudiologia. A idade mínima foi de 20 anos, uma vez que na puberdade ocorrem variações na qualidade vocal, decorrentes do período de muda vocal. A idade máxima foi de 45 anos, em decorrência das possíveis mudanças vocais provocadas pelo envelhecimento do aparato vocal a partir desta idade. A idade é uma variável importante na avaliação vocal¹⁶.

Outros critérios de seleção dos sujeitos foram não apresentarem sinais e sintomas de alterações vocais e não serem fumantes¹⁴. O procedimento para a avaliação dos critérios de seleção foi um questionário realizado com o participante, anteriormente à coleta das amostras (Anexo 1).

Além de não apresentarem sinais e sintomas de alterações vocais (verificados pelo questionário), a voz do participante também era julgada por pelo menos duas fonoaudiólogas (autoras do artigo) e apenas os dados dos indivíduos com voz considerada normal fizeram parte da amostra deste estudo.

A coleta dos dados foi realizada em sala tratada

acusticamente, utilizando-se o programa de análise acústica CSL-4300 Kay-Elementrics, na clínica de Fonoaudiologia da Universidade de Ribeirão Preto. O microfone utilizado foi Shure SM 48 dynamic, o qual foi mantido a uma distância fixa de 5 cm à frente da boca do sujeito. Foram utilizadas as vogais sustentadas /a/ e /é/, numa emissão confortável e habitual, após uma inspiração profunda. A vogal sustentada é preferida à fala encadeada na avaliação acústica vocal²⁴. Quando a amostra diferia da voz habitual do sujeito, nova amostra era coletada. A intensidade vocal foi controlada monitorando-se o Vu meter do programa.

Para a análise das amostras, foram utilizados 3 segundos de emissão, sendo descartados o início e final da emissão das vogais. Também foram descartadas as amostras consideradas, pelas avaliadoras, com qualidade vocal alterada.

Estas vogais foram analisadas quanto aos parâmetros acústicos: frequência fundamental (Hz), jitter (%), shimmer (dB) e proporção harmônico-ruído (PHR (dB)). Foram analisadas as médias de cada um destes parâmetros em função do sexo e da vogal.

A análise estatística dos dados foi realizada através do procedimento GLM do SAS²⁵, considerando o modelo matemático da análise da variância, para o delineamento inteiramente ao acaso, em parcelas subdivididas (split plot)²⁶, cuja expressão é a seguinte sendo: yijk = valor observado referente ao i-ésimo sexo, do j-ésimo sujeito, na k-ésima vogal; m = fator fixo, estimado pela média geral; Ii = efeito do i-ésimo sexo (i = feminino e masculino); eij = erro aleatório correspondente às parcelas, suposto homocedástico, independente e normalmente distribuído; Vk = efeito da k-ésima vogal (k = /a/ e /e/); (SV)ik = efeito da interação do i-ésimo sexo com a k-ésima vogal; eijk = erro aleatório correspondente às subparcelas, suposto homocedástico, independente e normalmente distribuído. O nível mínimo de significância usado foi de 5% (p≤0,05).

RESULTADOS

Na Tabela 1 são mostrados os níveis descritivos de probabilidade do teste F para os fatores avaliados.

Tabela 1. Níveis descritivos de probabilidade do teste F, coeficientes de variação e médias para frequência fundamental (fo), Jitter, Shimmer e PHR.

Causas de Variação	GL	Variáveis (Pr>F)			
		Fo (Hz)	Jitter (%)	Shimmer (dB)	PHR (dB)
Sexo	1	<,0001	0,0865	0,5259	0,0360
Vogal	1	0,8954	0,6323	0,1106	0,8157
Sexo*Vogal	1	0,2776	0,3134	0,4500	0,9443
Coefficiente de Variação (%)	--	2,0339	18,066	20,822	19,118
Média	--	162,78	0,5555	0,2160	10,286

GL = Graus de Liberdade.

Observa-se, pela Tabela 1, que o fator vogal e sua interação com sexo não foram significativos ($p>0,05$) em todos os casos, que houve efeito significativo para o fator sexo apenas nas variáveis f_0 ($p<0,0001$) e PHR ($p=0,0360$), sendo que as médias do sexo feminino foram maiores do que as do sexo masculino para essas variáveis (Gráfico 1, 4). Para jitter e shimmer, apesar das médias do sexo feminino serem maiores do que as do sexo masculino, elas não diferiram entre si ($p=0,0865$) (Gráfico 2, 3).

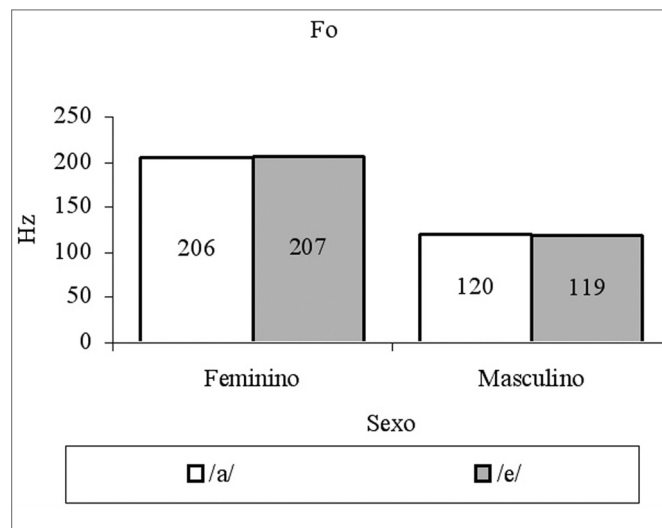


Gráfico 1. Médias da frequência fundamental (f_0) em função do sexo e da vogal.

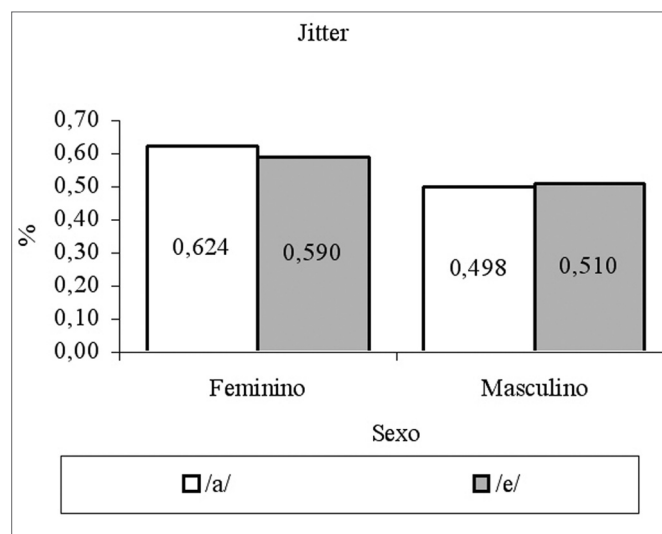


Gráfico 2. Médias do jitter em função do sexo e da vogal.

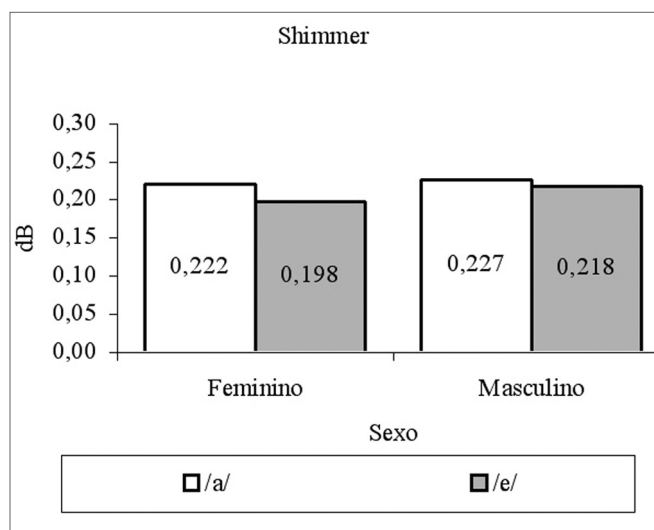


Gráfico 3. Médias do shimmer em função do sexo e da vogal.

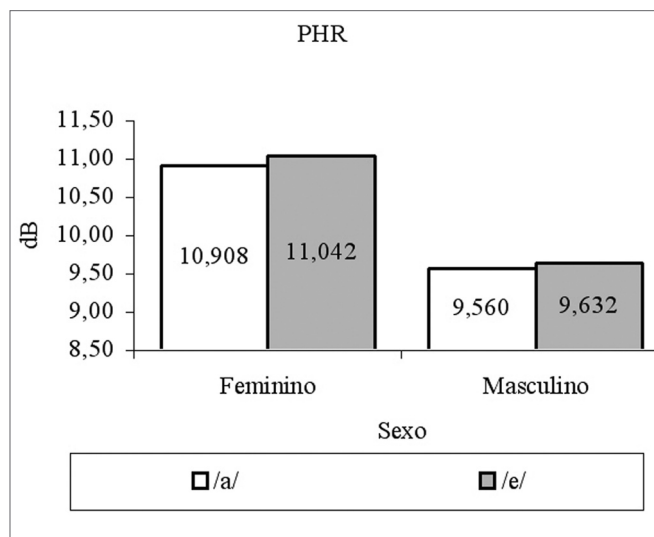


Gráfico 4. Médias da proporção harmônico-ruído (PHR) em função do sexo e da vogal.

DISCUSSÃO

A média da frequência fundamental encontrada, no presente estudo, para a vogal /a/, em homens (120Hz) foi inferior às encontradas por Horii¹⁰, que foi de 125Hz, por Araújo et al.²⁰, que foi de 127,61Hz, por Morente et al.¹³, que foi 139, 72Hz e superior a encontrada por Behlau e Tosi²¹, que foi de 113,01Hz. A média do mesmo parâmetro para as mulheres, 206Hz, foi inferior à encontrada por Araújo et al.²⁰, que foi de 215,42Hz e a encontrada por Morente et al.¹³, que foi de 267,33Hz, mas muito semelhante às encontradas por Ferrand¹⁶, que foram de 209,68Hz para as mulheres jovens e 204,49Hz para as de meia idade.

A diferença significativa nos valores médios de frequência fundamental em função do sexo, encontrada no

presente estudo, era esperada, pois é influenciada pelo comprimento das pregas vocais, que é maior no sexo masculino. Esta diferença já foi exaustivamente apontada na literatura^{20,21}.

A média de jitter referente à vogal /a/, para os homens foi de 0,498%, valor inferior ao encontrado por Horii^{6,10}, que foram respectivamente de 0,61% e de 0,66%, mas superior à média encontrada por Tajada¹⁴, que foi de 0,23% e à de Araújo et al.²⁰, que foi de 0,37%. Quanto ao jitter médio referente à vogal /a/, para o grupo feminino, nosso resultado (0,62%) foi inferior ao encontrado por Araújo et al.²⁰, que foi de 0,85%, mas semelhante ao encontrado por Ferrand¹⁶, que foi de 0,69%.

A média de shimmer para os homens, produzindo a vogal /a/, foi de 0,23dB, valor inferior ao encontrado por Horii⁶, que foi de 0,47 dB e ao encontrado por Araújo et al.²⁰, que foi 2,37dB, mas superior ao encontrado por Horii¹⁰, que foi de 0,132dB. O shimmer médio para o grupo feminino produzindo a vogal /a/, no presente estudo, foi de 0,22dB. Este valor foi muito inferior ao encontrado por Araújo et al.²⁰, que foi de 2,52dB.

As médias de jitter em função do sexo não foram significativamente diferentes, embora o sexo feminino tenha apresentado valor menor que o masculino. Behlau e Tosi²¹ encontraram resultado semelhante e também julgaram difícil lançar hipóteses sobre quais seriam os motivos para este melhor controle da voz apresentado pelo sexo feminino. Estes autores levantam a possibilidade de ser pelo maior uso que as pessoas do sexo feminino fazem da voz, o que serviria como treino.

A não diferença nos valores médios de jitter em função do sexo corrobora outros estudos^{6,13,21}, mas é discordante de outro que encontrou valor médio de jitter de 0,37% para os homens e de 0,85% para as mulheres²⁰. Quanto ao shimmer, não houve diferença em função do sexo, no presente estudo, dado que também foi encontrado em outros trabalhos^{20,21}.

A média da proporção harmônico-ruído para os homens e mulheres do presente estudo, produzindo a vogal /a/, foi respectivamente 9,56dB e 10,98dB, valores superiores aos encontrados por Rodrigues et al.¹⁷, que foi 8,63dB e 10,17dB e aos de Ferrand¹⁶, que encontrou para as mulheres jovens a média de 7,82 dB. Rodrigues et al.¹⁷, assim como neste estudo, encontraram diferença significativa entre os sexos, ou seja, que as mulheres apresentam valores significativamente maiores de proporção harmônico-ruído em relação aos homens. Talvez isso esteja relacionado ao fato dos homens usarem, com maior frequência, voz fluida, a qual é caracterizada por menor grau de coaptação glótica, o que favorece uma produção com menor quantidade de harmônicos e/ou maior quantidade de ruído glótico. Em vozes normais, o registro basal é associado com maior nível de ruído¹⁷ e como este registro é mais freqüente no sexo masculino,

isto justificaria o resultado encontrado.

De modo geral, nossos resultados se assemelham apenas aos de Ferrand¹⁶, talvez por este ter usado o programa CSL modelo 4300 da Kay Elemetrics, como no presente estudo. Os demais estudos citados utilizaram outros programas de análise acústica, como o Dr. Speech Science^{13,14,23}, o Soundscope^{17,23}, o Matlab¹², o Vocal II²³, o Kay Elemetrics 5500 DSP²² e um programa desenvolvido na Universidade Federal de São Carlos²⁰.

Sabendo da possível diferença nos valores dos parâmetros acústicos entre diferentes programas de análise, alguns autores estudaram a questão^{7,22,23}. No caso da frequência fundamental, um estudo encontrou concordância entre os programas²², outro apenas em vogal sustentada para os homens, mas não para as mulheres⁷ e um terceiro encontrou concordância nos valores de frequência fundamental entre os programas Soundscope e Estroboscopia, mas não entre o Dr. Speech e o Vocal II²³. Ao se comparar os valores de shimmer e jitter nos diferentes programas constatou-se variabilidade^{22,23}, o que impossibilita a utilização de normas de um determinado programa para outro.

Além das diferenças entre os programas, os critérios de gravação, o microfone, a maneira dos programas calcularem os parâmetros são fatores que geram variação nos valores dos parâmetros acústicos. Devemos considerar também as variações culturais que afetam a fala e a voz, provocando, por exemplo, um padrão mais agudo ou mais grave de produção da voz.

A diferença entre nossos resultados e os de outros autores confirma a necessidade de realizar-se a normatização para cada programa a ser utilizado.

Não temos referência para discutirmos os valores encontrados para a vogal /é/, pois os autores abordados não utilizaram esta vogal, mas também não encontramos diferenças significativas entre as vogais /é/ e /a/ no presente estudo.

CONCLUSÃO

Os valores médios de normalidade encontrados no presente estudo para as vozes masculinas, produzindo a vogal /a/ foram $f_0 = 120\text{Hz}$, jitter = 0,498%, shimmer = 0,23dB e PHR = 9,56dB e produzindo a vogal /é/ foram $f_0 = 119\text{Hz}$, jitter = 0,591%, shimmer = 0,218dB e PHR = 9,632dB. Os valores médios encontrados para as vozes femininas, produzindo a vogal /a/ foram $f_0 = 206\text{Hz}$, jitter = 0,62%, shimmer = 0,22dB e PHR = 10,98dB e para a vogal /é/ foram $f_0 = 207\text{Hz}$, jitter = 0,590%, shimmer = 0,198dB e PHR = 11,04dB.

As diferenças na programação dos vários sistemas de análise acústica, assim como a utilização de critérios de gravação e de computadores, microfones e outros aparatos diferentes entre si fazem com que cada um destes sistemas seja único, impedindo uma normatização única.

Desta forma, os usuários devem basear-se em sua própria normatização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Behlau M, Madazio G. Os laboratórios de voz na clínica moderna. *Fono Atual* 1997;3(3):9-16.
2. Yu P, Ouaknine M, Revis J, Giovanni A. Objective voice analysis for dysphonic patients: a multiparametric protocol including acoustic and aerodynamic measurements. *J Voice* 2001;15(4):529-42.
3. Behlau M, Pontes PAL. Análise perceptual acústica das vogais do português brasileiro falado em São Paulo. *Acta AWHO* 1988;7(2):67-73.
4. Panhoca I. Uma nova ótica para o "distúrbio articulatorio" severo: contribuições da análise espectrográfica. Em: Lacerda CBF, Panhoca I. organizadores. *Tempo em Fonoaudiologia*. São Paulo: Cabral Editora Universitária; 1996/1997. p.35-60.
5. Fernandes LC, Polido A, Wertzner HF. Contribuições da análise acústica para o processo diagnóstico da alteração da articulação. *Pró-fono* 1999;11(2):61-7.
6. Horii Y. Vocal shimmer in sustained phonation. *J. Speech Hear Res* 1980;23(1):202-9.
7. Morris RJ, Brown WSJ. Comparison of various automatic means for measuring mean fundamental frequency. *J. Voice* 1996;10(2):159-65.
8. Behlau M, Madazio G, Feijó D, Pontes PAL. Avaliação de Voz. Em: Behlau M, editor. *Voz: o livro do especialista*. São Paulo: Revinter; 2001. 1:85-245.
9. Carson CP, Ingrisano DRS, 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.
10. Horii Y. Jitter and shimmer differences among sustained vowel phonations. *J Speech Hear Res* 1982;25(1):12-4.
11. Baken RJ, Orlikoff RF. Clinical measurement of speech and voice. 2nd ed. Delmar: Singular Publishing Group; 2000.
12. Jones TM, Trabold M, Plante F, Cheatham BM, Earis JE. Objective assessment of hoarseness by measuring jitter. *Clin Otolaryngol* 2001;26(1):29-32.
13. Morente JCC, Torres JAA, Jiménez MC, Maroto DP, Rodriguez VP, Gomariz EM, Baños EC, Ramos AJ. Estudio objetivo de la voz en población normal y en la disfonía por nódulos y pólipos vocales. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2001;52(6):476-82.
14. Tajada JD, Liesa RF, Arenas EL, Gálvez MJN, Garrido CM Gormedino PR, García AO. The effect of tobacco consumption on acoustic voice analysis. *Acta Otorrinolaringol Esp* 1999;50(6):448-52.
15. Madazio G, Behlau M, Pontes P. Análise da proporção harmônico-ruído pré e pós-reabilitação vocal. In: Marchesan IQ, Zorzi JL, Dias ICG (org.) *Tópicos em Fonoaudiologia*. São Paulo: Lovise; 1998. p.169-89.
16. Ferrand CT. Harmonics-to-noise ratio: an index of vocal aging. *J Voice* 2002;16(4):480-7.
17. Rodrigues S, Behlau M, Pontes P. Proporção harmônico-ruído: valores para indivíduos adultos brasileiros. *Acta AWHO* 1994;13(3):112-6.
18. Casmerides MCB, Costa HO. Laboratório computadorizado de voz: caracterização de um grupo de usuários. In: Ferreira LP, Costa HO. *Voz Ativa: falando sobre a clínica fonoaudiológica*. São Paulo: Roca; 2001. p.263-80.
19. Titze IR. Toward standards in acoustic analysis of voice. *J. Voice* 1994;8(1):1-7.
20. Araujo SA, Grellet M, Pereira JC. Normatização de medidas acústicas da voz normal. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2002;68(4):540-4.
21. Behlau MS, 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):5-10.
22. Karnell MP, Hall KD, Landahl KL. Comparison of fundamental frequency and perturbation measurements among three analysis systems. *J Voice* 1995;9(4):383-93.
23. Spinelli ICP, Behlau M. Estudo comparativo das medidas de frequência fundamental, jitter e shimmer em diferentes sistemas de análise vocal. In: Behlau M. organizador. *A voz do especialista*. v.1. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p.265-71.
24. Parsa V, Jamieson DG. Acoustic discrimination of pathological voice: sustained vowels versus continuous speech. *J Speech Lang Hear Res* 2001;44(2):327-39.
25. SAS INSTITUTE. SAS/STAT User's Guide 8.0. Cary: SAS Institute Inc., 1999. CD-ROM. Produzido por Sas Institute Inc.
26. Gomes FP. Curso de Estatística Experimental. 14nd ed. Piracicaba: o autor, 2000. 477 p.