

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.

MÉTODOS

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: y_{ijk} = valor observado referente ao i -ésimo sexo, do j -ésimo sujeito, na k -ésima vogal; m = fator fixo, estimado pela média geral; I_i = efeito do i -ésimo sexo (i = feminino e masculino); e_{ij} = erro aleatório correspondente às parcelas, suposto homocedástico, independente e normalmente distribuído; V_k = efeito da k -ésima vogal (k = /a/ e /e/); $(SV)_{ik}$ = efeito da interação do i -ésimo sexo com a k -ésima vogal; e_{ijk} = erro aleatório correspondente às subparcelas, suposto homocedástico, independente e normalmente distribuído. O nível mínimo de significância usado foi de 5% ($p \leq 0,05$).

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 fo ($p < 0,0001$) 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).

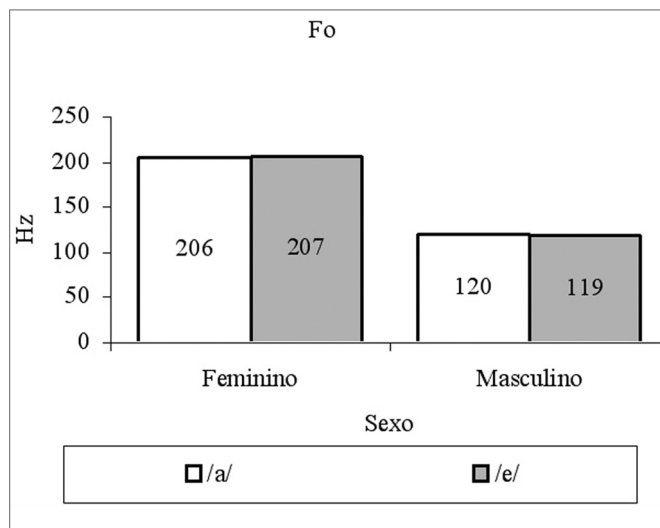


Gráfico 1. Médias da frequência fundamental (f0) em função do sexo e da vogal.

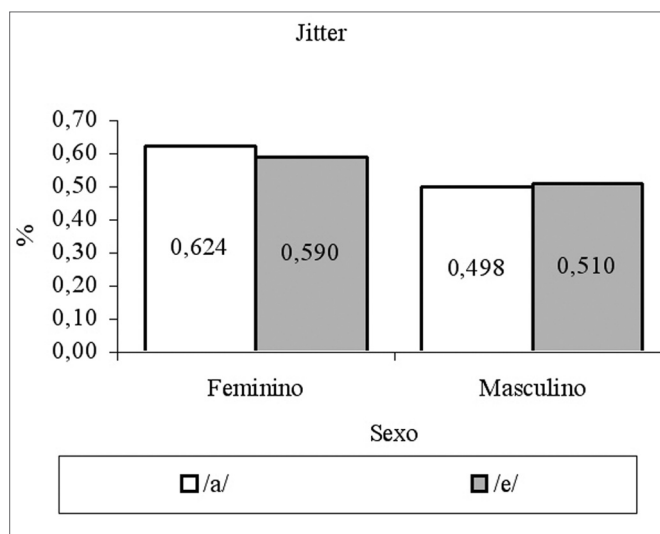


Gráfico 2. Médias do jitter em função do sexo e da vogal.

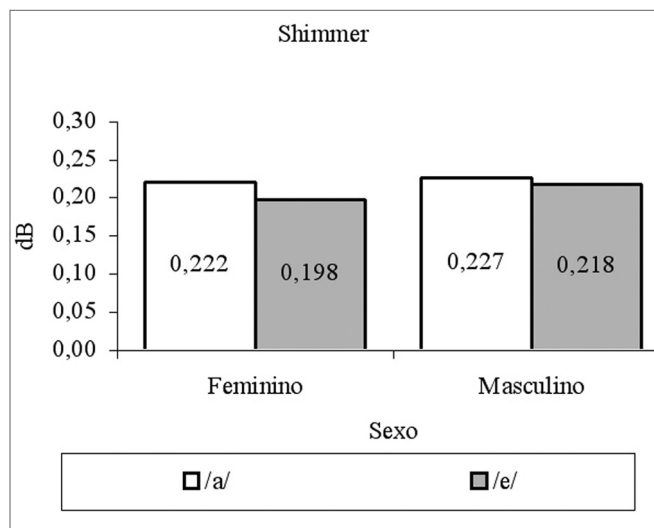


Gráfico 3. Médias do shimmer em função do sexo e da vogal.

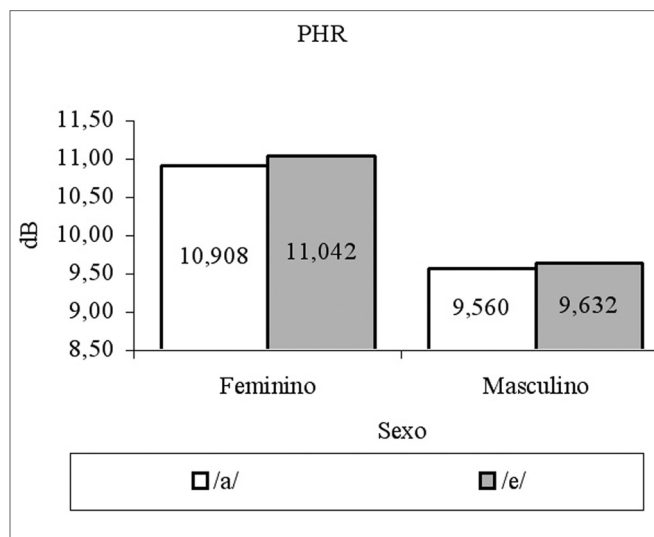


Gráfico 4. Médias da proporção harmônico-ruído (PHR) em função do sexo e da vogal.

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 freqüência 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 freqüência 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 articulatório" 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.