

ARTIGO DE REVISÃO

ANÁLISE ACÚSTICA DA AVALIAÇÃO VOCAL I: TAREFAS FONATÓRIA E MEDIDAS ACÚSTICAS. ACOUSTIC ANALYSIS OF VOICE ASSESSMENT: PHONATORY TASKS AND ACOUSTIC PARAMETERS.

Mendes, A.* e Castro, E.**

RESUMO:

Este artigo descreve a importância da análise acústica para a avaliação da voz falada e cantada com fins clínicos e/ou de investigação. A análise acústica é um método não-invasivo utilizado pelos terapeutas da fala, otorinolaringologistas e foneticistas. São apresentadas as tarefas fonatórias de esforço máximo e sub-máximo, bem como os parâmetros acústicos para a avaliação vocal. A adequada aplicação clínica e linhas orientadoras de interpretação são abordadas para aumentar a sua utilização válida e fiável na avaliação vocal falada e cantada.

PALAVRAS-CHAVE:

Análise acústica - Avaliação vocal - Tarefas fonatórias

ABSTRACT:

This article describes the importance of the acoustic analysis method for clinical and/or research purposes in assessing speaking and singing voice functions. This is a non-invasive objective tool used by Speech-Language Pathologist, Ear-Nose-Throat Specialist and Phoneticians. This paper summarizes the most frequently used phonatory tasks and acoustic parameters for assessment of voice function, discusses the adequacy of these data for clinical application, and recommends interpretative guidelines to enhance the usefulness of the acoustic analysis of speaking and singing voice assessment.

KEY-WORDS:

Acoustic Analysis - Voice Assessment - Phonatory Tasks

Prof. Dra. Ana Mendes

Escola Superior de Saúde - Universidade de Aveiro
Campus Universitário de Santiago - 3810-193 AVEIRO
Telf.: 234 401 558 - ext. 22116 - Fax: 234 401 597
Email: Ana.Mendes@essua.ua.pt

INTRODUÇÃO

A análise acústica é um método objectivo, não-invasivo que tem o potencial de fornecer informação quantitativa da fala e da voz.

O objectivo principal deste artigo é descrever este método com fins clínicos e/ou de investigação na avaliação da voz falada e cantada.

Serão ainda apresentadas as tarefas fonatórias e os parâmetros acústicos mais frequentemente utilizados nos procedimentos de avaliação e a sua interpretação clínica.

De modo a obter um diagnóstico diferencial e planejar uma intervenção terapêutica os otorinolaringologistas e os terapeutas da fala usam a análise acústica, juntamente com a laringologia e a imagiologia, assim como, as escalas audio-e visuo-perceptivas.

O século XX marca o período de análise acústica do som, inicialmente com a realização dos oscilogramas (década de 20), depois os espectrogramas em papel (década de 40) e, após a década de 70, a possibilidade do processamento digital do som, e registó com-

* Terapeuta da Fala, Doutorada em Ciências da Fala pela University of Florida; Professora Adjunta da Universidade de Aveiro; Investigadora no Instituto de Engenharia Electrónica e Telerónica de Aveiro, Universidade de Aveiro.

** Assistente Hospitalar de Otorinolaringologia do Serviço de Otorinolaringologia do Centro Hospitalar de Vila Nova da Gaia; Professora Adjunta da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro.

putadorizado permitindo a obtenção de outros parâmetros adicionais importantes para além dos espectrogramas^{1,2}.

Os parâmetros acústicos são o resultado complexo da fonte glótica e da ressonância do tracto vocal.

Reflectem as características biomecânicas e aerodinâmicas dos sistemas laringeo e supralaringeo.

No caso destes sistemas apresentarem alterações anatómicas ou fisiológicas para a idade ou sexo, os resultados acústicos serão desviantes dos dados acústicos normativos e podem ser indicativos de patologia.

A análise acústica é um complemento da análise perceptivo-auditiva e não deve substituí-la³.

O ouvido humano parece ser mais fiável para analisar a voz dita "normal", mas há diferenças individuais consideráveis na análise da voz patológica⁴.

Contudo, é o ouvido que possui a sensibilidade para determinar o grau de desagradabilidade da voz e a limitação social que determina disfonia condicional⁵.

EQUIPAMENTO

Para a obtenção de um sinal acústico robusto das amostras da voz é necessário utilizar um microfone de alta qualidade, um gravador digital, amplificadores e atenuadores.

A distância e o ângulo microfone-boca precisam de ser constantes.

Esta necessidade deve-se ao facto da intensidade do som ser inversamente proporcional ao quadrado da distância.

Por seu lado, o ângulo do microfone deve ser de 45° para reduzir a captação do sinal aperiódico transitório resultante das consoantes explosivas.

Um tom de calibração gravado antes e/ou depois de cada sessão de gravação é necessário como medida de referência.

Para a análise acústica da voz existe uma variedade de equipamento, desde software gratuito disponível na Internet, passando pelo software económico ao mais sofisticado e dispendioso.

Entre o software gratuito podemos contar com: EMU Speech Data System⁶, Praat⁶, Speech Filling System⁷, Wavesurfer⁸ e Windows Tools for Speech Analysis⁹.

O software mais acessível: Dr. Speech¹⁰, Vox Metria¹¹, Estill Voice print e Video Voice Speech Trainig System¹².

O software mais sofisticado e dispendioso inclui o Computer Speech Lab¹³, e o Multi-Speech da Kay Elemetrics¹³, geralmente utilizados para investigação.

Na escolha do equipamento, o factor mais importante a ter em conta é o objectivo que se pretende atingir, i.e., clínico ou investigação.

A selecção das tarefas fonatórias é igualmente crucial tendo em consideração a validade e fiabilidade da análise acústica.

Este artigo tem como objectivo descrever os procedimentos das várias tarefas fonatórias e os parâmetros acústicos que se podem extrair delas.

A selecção e comparação dos vários equipamentos hardware e software para a análise acústica não são objecto deste artigo e serão apresentados noutra trabalho.

VOZ FALADA E CANTADA

A voz falada e a voz cantada partilham o mesmo mecanismo de produção, contudo fisiologicamente são diferentes.

A voz falada resulta de uma actividade motora que é determinada por factores genéticos, linguísticos, sociais e culturais.

A sua produção envolve um processo aerodinâmico e biomecânico que necessita da coordenação neuromuscular de três sistemas anatómicos, i.e., respiratório, laringeo e supralaringeo.

O sistema respiratório, em consonância com o sistema laríngeo, gera a pressão subglótica necessária para iniciar e manter a vibração das pregas vocais.

O sistema laríngeo é a fonte de vozeamento.

O sistema supralaríngeo modula a energia produzida pela fonte sonora num sinal acústico que é percebido pelo ouvinte.

Estes sistemas são ambos utilizados para a voz falada e cantada.

Contudo, a voz cantada requer a maximização da saída vocal, através da coordenação da respiração, fonação e ressonância^{14,15}.

TAREFAS FONATÓRIAS

Existem vários testes padronizados que são utilizados nas avaliações protocolares da voz falada e cantada.

As tarefas podem ser classificadas em termos de esforço que pode ser máximo ou sub-máximo.

As tarefas de esforço máximo têm o objectivo de testar os limites superiores de desempenho, i.e., os limites fisiológicos do sistema a ser estudado.

As tarefas de esforço sub-máximo são produzidas de forma confortável e examinam o desempenho fisiológico sem recurso à força, amplitude de movimento e velocidade.

As tarefas fonatórias podem ainda ser classificadas em tarefas da voz falada ou cantada.

Voz Falada

As tarefas da voz falada consistem na produção de sons sustentados, leitura em voz alta e discurso espontâneo.

As vogais e fricativas sustentadas são tarefas que facilitam a avaliação da estabilidade do sistema fonatório.

Através da produção das vogais sustentadas podemos obter várias medidas: frequência, intensidade, formantes, etc.

O tempo máximo de fonação (TMF) é a medida de duração máxima da fonação de uma vogal, geralmente /a/, contudo as vogais /i/ e /u/ são por vezes usadas.

Estas vogais representam as extensões articatórias máximas do Português-Europeu.

Estas tarefas devem ser repetidas três vezes no mínimo.

O TMF corresponde à medida de maior duração das três e não à média delas.

Também são necessários o feedback visual, instruções rigorosas e encorajamento ao utente para obtermos um TMF com validade¹⁷.

A duração máxima das fricativas /s/ e /z/ é outra medida que também reflecte a coordenação eficiente entre o sistema respiratório e fonatório¹⁸.

Esta última tarefa serve para obter o índice s/z que também requer três repetições.

A leitura em voz alta é uma tarefa fonatória da voz falada com exigências fisiológicas e resultados acústicos semelhantes ao do discurso espontâneo¹, contudo, tem a vantagem de permitir fazer comparações intra- e inter-utentes.

A leitura em voz alta deve ser produzida com uma altura tonal, intensidade subjectiva e débito verbal confortável para o utente.

Os materiais a ler podem incluir uma lista de palavras, parágrafos e/ou textos.

O ideal é a leitura de um texto foneticamente equilibrado, i.e., um corpus representativo da língua padrão, em que o número de fonemas que o compõem, ocorre com a frequência relativa do discurso espontâneo comum dos falantes.

Este texto deve ser baseado em dados normativos em termos das pausas necessárias para formar os grupos respiratórios adequados, bem como, os contornos de entoação, em consequência das variações de frequência fundamental (Fo) e intensidade objectiva (IO).

O discurso espontâneo é a tarefa fonatória que providencia informação mais realista do comportamento vocal do utente em condições ditas habituais para este.

Esta tarefa é menos exigente para o utente, porque reduz o formalismo da leitura em voz alta assim como as limitações de literacia e possíveis dificuldades visuais.

A validade e fiabilidade dos resultados desta tarefa podem ser controladas através da selecção e restrição prévia dos tópicos a serem abordados.

Usando o TMF e um espectrógrafo para analisar a amostra de voz, os espectrogramas podem registar várias medidas acústicas tais como F_0 , amplitude, índice sinal-ruído, medidas de perturbação, etc.

Para obter uma amostra representativa destes valores é necessário ter em conta o número de repetições por tarefa que são necessárias.

Por exemplo, para obter uma amostra representativa de valores de perturbação, quer seja da frequência ou amplitude, são recomendadas seis tentativas para a voz normal.

Este número de repetições deve aumentar com o grau de severidade da patologia vocal.

Para determinar o índice harmónico-ruído são precisas pelo menos dez repetições¹⁹.

Voz Cantada

As tarefas da voz cantada consistem também na produção de sons sustentados, mas usando a voz cantada.

Estas incluem a produção de cantigas, a extensão máxima da frequência vocal e a extensão dinâmica.

Estas duas últimas são tarefas de esforço máximo porque reflectem os limites fisiológicos da voz do utente.

Para a extensão máxima de frequência vocal (EMFV), também designada de extensão fonatória, são utilizadas as vogais /a/ e /æ/.

A EMFV determina o intervalo de frequências que o utente pode produzir, desde a frequência mais grave do registo modal até à mais aguda do registo falsete.

Os registos modal e falsete são ambos incluídos na EMFV devido à dificuldade perceptual em os diferenciar com fiabilidade.

O registo pulsátil é excluído por não ser usado no discurso espontâneo contínuo²⁰.

A EMFV é obtida através do emparelhamento da altura tonal com uma frequência de referência fornecida por um oscilógrafo, piano keyboard ou diapasão.

Este procedimento pode ser gradativo ou em glissando.

O utente recebe instruções para sustentar uma vogal com uma altura tonal considerada confortável e conforme a frequência do estímulo auditivo que lhe é fornecido vai modificando a sua produção.

O estímulo vai descendo progressivamente em semitons (ST) até chegar ao tom mais grave do registo modal do utente sem chegar ao registo pulsátil.

Seguidamente, o estímulo auditivo da frequência aumenta desde a altura tonal confortável do registo modal até ao mais agudo do registo falsete^{1 e 21}.

Cada um destes procedimentos é realizado três vezes.

Os tons mais agudos e mais graves produzidos correspondem aos extremos da EMFV do utente e representam os limites fisiológicos do sistema laríngeo.

A EMFV é expressa em Hertz (Hz), ST ou oitavas.

A fiabilidade intra- e inter-examinadores apresenta uma grande variabilidade e pode ser afectada pela prática, motivação do utente e tipo de instruções.

A extensão dinâmica (ED) é também obtida durante a produção de vogais sustentadas.

Esta extensão de intensidade é dependente do sexo, da idade, da frequência a que a fonação é produzida e dos procedimentos de medição²¹.

O estímulo auditivo é apresentado a frequências seleccionadas da EMFV.

O utente produz as vogais /a/, /u/ e /i/ empareilhando a altura tonal com a frequência do estímulo fornecido.

Para obter a intensidade mínima, o utente

deve ser instruído a produzir a vogal o mais fraco possível sem entrar no sussurro.

A intensidade máxima é obtida pela produção da mesma vogal e frequência o mais forte possível sem gritar.

Várias repetições são necessárias para obter o mínimo e o máximo da ED¹.

As amostras da voz cantada obtidas das vogais sustentadas podem ser utilizadas para realizar espectrogramas e outras análises acústicas de parâmetros, tais como, o vibrato vocal e o formante dos cantores.

Outras tarefas fonatórias da voz cantada consistem na produção de frases cantadas e canções.

PARAMETROS ACÚSTICOS

As características acústicas da voz são o resultado das características anatomo-fisiológicas do indivíduo.

Alguns dos parâmetros acústicos têm elevada correlação com a aspereza vocal e são tidos como sensíveis para patologia vocal.

Para além disso, podem ser usados para a) rastreio e prevenção de patologia vocal, b) sinal de disfunção fonatória, c) feedback audiovisual durante a reabilitação vocal, d) monitorização do tratamento e e) avaliação da eficácia da terapêutica.

Medidas da Frequência Fundamental

A frequência de vibração das pregas vocais é designada de frequência fundamental (Fo).

É o reflexo das características vibratórias das pregas vocais durante a sua interacção com a pressão subglótica¹.

Existem diversos parâmetros espectrais, como a Fo da fala, variabilidade da Fo e a EMFV.

Exprimem-se em Hz, semitons ou oitavas.

Apesar destes parâmetros serem dependentes do sexo, idade e contexto cultural do indivíduo, existem alguns valores de referência.

A Fo da voz falada é a média da Fo do discurso espontâneo e da leitura em voz alta.

O sexo masculino apresenta uma Fo entre 100 e 150 Hz e o sexo feminino entre 180 e 250 Hz.

A variabilidade de Fo é o desvio padrão da Fo e oscila entre 2 e 4 ST para o sexo masculino e feminino durante a conversação espontânea¹⁺²¹.

Estes dados também são confirmados na população Portuguesa-europeia²².

A altura tonal (referenciada na literatura internacional como pitch) é um parâmetro psicoacústico perceptivo, medido em Mels e não deve ser confundido com Fo, o qual constitui uma medida objectiva do sinal acústico.

Medidas de Intensidade Vocal

As medidas da intensidade vocal proporcionam indicação acerca da dinâmica da voz, resultante de ajustes na própria laringe, abaixo e acima desta.

Abaixo da laringe, as variações da intensidade são conseguidas por alteração da pressão de ar subglótica.

Dentro da laringe as variações são obtidas por alteração da configuração glótica.

Acima da laringe a intensidade vocal é modificada fazendo coincidir os formantes com os harmónicos da fonte¹⁵.

A intensidade objectiva vocal é usualmente medida em níveis de pressão sonora (SPL) reflectindo uma escala logarítmica.

As unidades são em decibéis (dB).

A intensidade vocal falada, variabilidade da amplitude e extensão dinâmica são alguns dos parâmetros mais mencionados da literatura.

A intensidade vocal média falada em adultos durante a leitura em voz alta ronda os 70 dB SPL e a variabilidade é de 5,4 dB SPL.

A extensão dinâmica para adultos tem um mínimo de cerca de 50 dB e um máximo de 115 dB; sendo que os homens produzem valores ligeiramente superiores às mulheres.

A extensão dinâmica nas frequências médias é superior à verificada nos extremos superior e inferior da EMFV²¹.

A intensidade subjectiva (referenciada na literatura internacional como loudness e habitualmente referida como volume) é o parâmetro psicoacústico, medido em Phons, que não deve ser confundido com intensidade objectiva, a qual é a medida física objectiva do sinal acústico.

Medidas de Perturbação

Existem pelo menos três medidas de perturbação: jitter, shimmer e o índice harmónico-ruído (H/R).

Jitter e shimmer são referidos como sendo a menor variação (ciclo-para-ciclo) na frequência fundamental e intensidade respectivamente^{23,24}.

Oscilograficamente, as formas de onda da voz não têm dois períodos exactamente iguais.

Fontes de perturbação do sinal vocal podem ser encontradas em diferentes níveis do circuito de produção da voz: neurológico, biomecânico, aerodinâmico e acústico.

Contudo, as mais frequentemente referidas são as relacionados com a irregularidade das pregas vocais devido a variações da massa, tensão, actividade muscular ou neuronal.

As medidas que indicam o aumento dos níveis de perturbação ajudam a detectar os limites fisiológicos da produção normal da voz, mas também ajudam a detectar distúrbios vocais¹⁵.

As medidas de perturbação têm uma forte correlação com a percepção de aspereza e rouquidão da voz pelo que, em doentes com patologia vocal seriam de esperar valores elevados de perturbação quer a nível da frequência quer da amplitude²¹.

As medidas de perturbação podem não ser úteis para diferenciar a etiologia ou mesmo a patologia vocal, mas podem reflectir a sua severidade.

Dados normativos referem valores médios de jitter para vogais sustentadas no registo modal de 1% e valores médios de shimmer de 0.5%.

Estes valores aumentam à medida que o comportamento vibratório das pregas vocais se torna mais desviante do normal.

O índice harmónico-ruído (H/R) é outra medida de perturbação e é expresso em dB ou apenas em índice.

A voz é um instrumento quasiperiódico com dois componentes: formas de onda quasi-periódicas e ruído.

O H/R resulta da amplitude média da onda sonora dividida pela amplitude média do ruído (Baken, 1987)¹.

Este ruído pode ser gerado de duas formas:

- 1) pode existir uma fonte de ruído nas ou próximo das pregas vocais, ou
- 2) maior aperiodicidade da vibração pode traduzir-se em maior ruído no espectro.

De qualquer forma, a maior parte dos procedimentos para medição de ruído não são capazes de distinguir entre as duas fontes²¹.

Valores normativos revelam médias de H/R por volta de 11.9 dB com desvio padrão de 2.32 dB. Não foram encontradas diferenças entre homens e mulheres.

Medidas Temporais

Estas medidas incluem a duração máxima das vogais, anteriormente designadas de TMF, e a duração máxima das fricativas, que pode utilizar a relação S/Z sugerida por Boone¹⁶.

O TMF é um indicador da eficiente coordenação existente entre os sistemas respiratório e fonatório.

Durante a produção máxima de fonação, o utente utiliza o máximo da sua capacidade vital para sustentar uma vogal a maior quantidade de tempo possível.

Assim sendo, o TMF é afectado pela capacidade vital, vulgarmente designada de suporte respiratório e o fluxo aéreo glótico.

Surpreendentemente, a maioria da patologia vocal apresenta valores normais de capacidade vital mas um tempo reduzido de fonação, devido ao inadequado efeito valvular laringeo.

Valores normativos dependem da idade e sexo e estão presentes em diversos trabalhos.

De uma forma geral, podemos esperar encontrar num adulto do sexo masculino, sem patologia, um TMF de 20 seg., num adulto do sexo feminino cerca de 15 seg. e numa criança 10 seg.¹⁷.

No entanto, características de compleição física, hábitos alimentares e fonatórios enquadrados noutro contexto geográfico e cultural podem determinar padrões de normalidade diferentes.

Por exemplo, estudos realizados na população brasileira mostraram valores inferiores aos da literatura internacional^{25 e 26}.

A duração máxima das fricativas utiliza o rácio da produção sustentada da consoante surda versus a consoante cognata sonora, baseada nos sons /s/ e /z/.

Este rácio fornece a medida do índice S/Z e sustenta a teoria de que a vibração das pregas vocais suficiente para produzir fonação (i.e., fricativa sonora /z/) pode ser mantida durante um período igual ao tempo que o fluxo aéreo pode ser mantido sem actividade das pregas vocais (i.e., fricativa surda /s/)¹⁸.

Valores padrão indicam ser o índice S/Z igual a 1.

Na presença de comportamento vibratório anormal das pregas vocais ou encerramento glótico incompleto, pode existir um escape de ar e redução na capacidade de sustentar a fonação.

Nestes casos, a relação S/Z pode servir como uma medida clínica para separar factores respiratórios e laringeos que possam estar a contribuir para o problema fonatório.

Um índice S/Z superior a 1.4 pode ser indicativo de patologia vocal²¹.

Outras medidas temporais como a duração da fala podem incluir frases, palavras, ditongos, vogais, consoantes ou mesmo segmentos menores como "voice-onset-time".

Estas medidas podem fornecer informação sobre a produção vocal resultante e reflectir a

coordenação dos sistemas respiratório, fonatório e articulatório.

Mais ainda, medidas temporais da fala, como as diadococinéticas alternadas ou sequenciais, reflectem a interacção e a coordenação neuromotora dos sistemas de fonação e articulação.

Contudo, estas estão para além do objectivo deste artigo.

Vibrato Vocal

Vibrato vocal é uma modulação rítmica da Fo mais característica da voz cantada e é percebida como uma pulsação da altura tonal.

No entanto, a sua produção não é ainda bem compreendida, estudos recentes sugerem um tremor fisiológico dos músculos cricotiroideu e tiroaritenóideu¹⁵.

A frequência do vibrato é usualmente encontrada entre 4.5 a 6.5 pulsos por segundo.

A amplitude do vibrato tem uma faixa de 2-3 dB até 8-10 dB.

O treino vocal condiciona um melhor desenvolvimento e estabilidade do vibrato²⁷.

Formante dos Cantores

Formante dos cantores é uma ressonância extra, característica da voz cantada, a qual é percebida como clareza, projecção e timbre da voz.

Fisiologicamente, resulta do gesto articulatório de abaixamento da laringe e expansão da cavidade faríngea.

Esta manobra articulatória aumenta o comprimento deste ressoador em cerca de 2.5 a 3 cm resultando num formante com um pico de energia acústica por volta dos 2800-3500Hz²⁸.

A razão prática para o formante dos cantores é que ele permite que o cantor seja ouvido acima da orquestra.

O Pico de maior intensidade produzido por uma orquestra sinfónica encontra-se nos 500 Hz.

O cantor é audível devido, em parte, ao formante, cuja frequência entre 2.8 e 3.5 kHz se

localiza onde o som da orquestra é bastante fraco.

O formante dos cantores, bem como, o vibrato vocal, parecem ser amplamente desenvolvidos pelo treino vocal²⁷.

CONCLUSÕES

A avaliação acústica da voz falada e cantada é um meio objectivo, não-invasivo e que pode ter aplicação clínica, pedagógica e de investigação da função vocal.

Em aplicação clínica esse método pode ser utilizado para:

- a) rasteio e prevenção de patologia vocal,
- b) avaliação de distúrbios vocais
- c) feedback audiovisual durante a reabilitação vocal, e
- d) avaliação da eficácia da terapêutica.

As tarefas fonatórias e os parâmetros acústicos devem ser escolhidos com base nos objectivos clínicos ou de investigação.

Em aplicação pedagógica vocal, a análise acústica pode ser usada para monitorizar o treino vocal de cantores.

Aplicada na investigação, a análise acústica pode ser usada como um instrumento para melhor compreender a função vocal dos indivíduos normais ou em estudos de patologia vocal.

Este trabalho refere, resumidamente, as tarefas fonatórias e os parâmetros acústicos mais frequentemente utilizadas para avaliação da função vocal, discutindo a sua aplicabilidade clínica e recomenda normas de interpretação para potenciar o valor da análise acústica na avaliação da voz cantada e falada.

A ausência de procedimentos e material padronizados constitui um obstáculo sério para a aplicação clínica generalizada da avaliação acústica.

Potencialmente, estas medidas podem ser padronizadas para utilização clínica nacional.

Os procedimentos devem ser os mesmos para qualquer avaliação vocal para que o erro de medição aleatório seja reduzido.

Tanto a variabilidade intra-sujeito como inter-sujeito são grandes e habitualmente relacionadas com:

- 1) o efeito da prática, motivação ou instrumentação;
- 2) o efeito da idade, sexo ou outra variável física do utente; e
- 3) a validade das tarefas.

Apesar da abundância e longevidade dos dados normativos dos falantes do Inglês-Americano na literatura de arquivo, estes dados não têm aplicabilidade internacional.

A maioria dos dados normativos apresentados neste trabalho resulta de produção de falantes do Inglês-Americano.

A avaliação acústica começa a ser utilizada na prática clínica portuguesa, contudo, carece ainda de protocolos específicos que padronizam os procedimentos de análise e interpretação dos resultados.

É, por isso, necessário desenvolver bases de dados do Português-Europeu, abrangendo o ciclo vital do Homem com inclusão de ambos os sexos, para aplicação clínica e de investigação, bem como a consolidação dos resultados por outros autores para sua plena fiabilidade e validação.

A principal conclusão que pode ser retirada deste trabalho é a de que, a análise acústica constitui um método objectivo não invasivo poderoso, para avaliar a voz falada e cantada contudo, devem ser tomadas precauções na interpretação dos dados.

Material específico, instruções cuidadosas e ensaios repetidos são necessários para obter medidas válidas e fidedignas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baken, R. *Clinical Measurement of Speech and Voice*. Boston, Allyn and Bacon, 1987.
2. Behlau, M. *Voz. O Livro do especialista*. Rio de Janeiro, Revinter Ltda, 2001.
3. Kent, R. Hearing and Believing: Some limits to the auditory-perception assessment of speech and voice disorders. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 5 (3): 7-23, 1996.
4. Kreiman, J., Garrat, B., Precoda, K., & Berke, G. Individual differences in voice quality perception. *J. Speech Hear Res* 35: 512-20, 1992.
5. Cassidy, Steve. *The Emu Speech Database System [em linha]*. Sydney: Department of Linguistics, Macquire University, 2001. [citado em 24 de Novembro de 2003-18:55]. Disponível em URL: <http://emu.sourceforge.net>.
6. Boersma, Paul. Praat: Doing phonetics by computer. *Introductory manuals and download Praat* (revisto em 20 de Novembro de 2003). Disponível em URL: www.fon.hum.uva.nl/praat/
7. Huckvale, M. (2000). *University College London. Speech Filling System*. Retirado em 16 de Dezembro, 2002 da World Wide Web: <http://www.phon.ucl.ac.uk/resource/sfs/>
8. Sjölander, K; e Beskow, J. (2002). *WaveSurfer* Retirado em 2 de Dezembro, 2002 da World Wide Web: <http://www.speech.kth.se/wavesurfer/>
9. Huckvale, M. *SFS/WASP Version 1.2*. University College London (revisto em 2003) [citado em Março de 2003]. Disponível em URL: <http://www.phon.ucl.ac.uk/resource/sfs/wasp.htm>
10. Huang, D. (1995). *Dr. Speech User's Guide*. DRS, Inc. Disponível em: http://www.drspeech.com/List_New.html
11. Behlau, M. *Voxmetria: Software para análise de voz e qualidade vocal*. Versão 2.0. Brasil: Profala (revisto em 2004) Disponível em: <http://www.profala.com/ctsvox/caracteristica.htm>
12. *Estill Voice International: Estill Voice Training Systems International Voiceprint Computer Software*. Pittsburgh: Estill. (revisto em Fevereiro de 2005). Disponível em: <http://www.evts.com/>
13. *Kay elemetrics*: <http://www.kayelemetrics.com/Visiting%20Kay/visitingkay.htm>
14. Morrison, M., & Ramage, L. *The management of voice disorders*. San Diego, CA: Singular Publishing Group, 1994.
15. Titze, I. *Principles of the voice production*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1994.
16. Verdolini, K. *National Center for Voice and Speech's Guide to Vocology*. Iowa City: University of Iowa, 1998.
17. Kent, R., Kent, J. & Rosenbek, J. Maximum performance tests of speech production. *Journal of Speech and Hearing Disorders* 52: 367-387, 1987.
18. Boone, D. *The Voice and Voice Therapy*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1977.
19. Scherer, R., Vail, V., & Guo, C. Required number of tokens to determine representative voice perturbation values. *Journal of Speech and Hearing Research* 38: 1260-1269, 1995.
20. Hollien, H., Dew, D., & Phillips, P. (1971). Phonational frequency ranges of adults. *Journal of Speech and Hearing Research*, 14, 755-760.
21. Colton, R. & Casper, J. *Understanding voice problems: A physiological perspective for diagnosis and treatment* (2nd ed). Maryland, Williams & Wilkins, 1996.

22. Guimarães, I. Frequência fundamental da voz de adultos. *Revista Portuguesa de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial*, 41 (2): 127-142, 2003.
23. Horii, Y. Fundamental frequency perturbation observed in sustained phonation. *Journal of Speech and Hearing Research* 23: 5-19, 1979.
24. Horii, Y. Vocal shimmer in sustained phonation. *Journal of Speech and Hearing Research* 23: 202-209, 1980.
25. Behlau, M., Pontes, P. Avaliação e Tratamento das Disfonias. São Paulo: Lovise, 1995.
26. Ferreira, L., Pontes, P. Um Pouco de Nós Sobre Voz. Carapicuíba: Pró-Fono, 1992.
27. Mendes, A., Rothman, H., Sapienza, C. & Brown, W. Effects of Vocal Training on the Acoustic Parameters of the Singing Voice. *Journal of Voice* 17: 529-543, 2003.
28. Sundberg, J. Articulatory interpretation of the "singing formant." *Journal of the Acoustical Society of America* 55: 383-344, 1974.