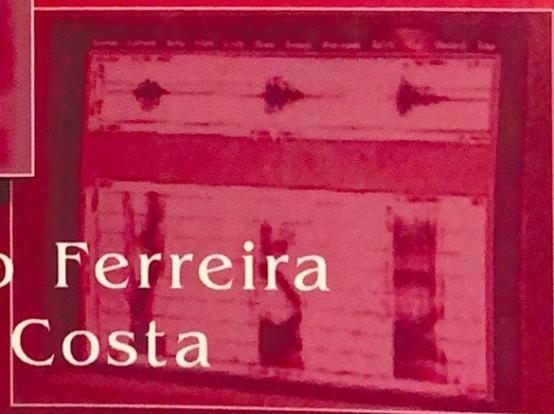
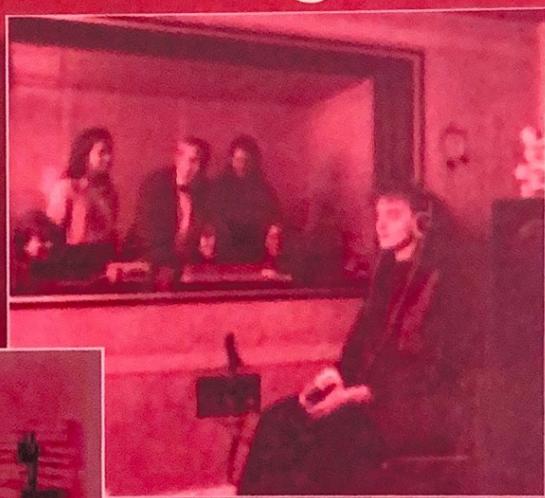


Voz Ativa

Falando Sobre a
Clínica Fonoaudiológica



Léslie Piccolotto Ferreira
Henrique Olival Costa

ROCA

Necessidade de Medidas Objetivas da Função Vocal: Avaliação Acústica da Voz

Elisabete Carrara de Angelis

Onivaldo Cervantes

Márcio Abrahão

A voz humana é um fenômeno complexo e, para ser considerada normal, deve possibilitar a função de comunicação, ser agradável ao indivíduo e ao seu meio social, corresponder aos aspectos físicos, emocionais e de personalidade e estar associada à integridade dos órgãos fonoarticulatórios. Enquanto fenômeno complexo, a avaliação vocal requer múltiplas medidas para descrever a totalidade de suas características. Idealmente uma avaliação de voz compreende cinco etapas básicas: anamnese, observação, avaliação clínica subjetiva, avaliação objetiva e integração da informação na determinação do tratamento.

A avaliação subjetiva da função vocal é amplamente utilizada na rotina clínica fonoaudiológica e inclui a determinação de como o falante, tipicamente, usa sua voz, com relação à qualidade vocal, frequência e intensidade. Inclui, também, sua potencialidade vocal e uma avaliação sobre os efeitos de determinadas técnicas terapêuticas na voz. É muito útil e importante, à medida que tem um papel no julgamento da aceitabilidade social e fornece os parâmetros sobre os quais as medidas quantitativas serão avaliadas. Várias tentativas de elaboração de escalas de avaliação perceptiva foram realizadas, com o objetivo de formatizar os dados relativos à avaliação perceptiva. As escalas propostas são similares no conceito, diferindo basicamente quanto ao tipo (estimativa da magnitude, comparações pareadas) e ao número e terminologia dos parâmetros vocais. O termo *qualidade vocal*, por exemplo, permite grande possibilidade de significados, abrange aspectos laríngeos e supralaríngeos, estruturais e mecânicos, sendo um conceito bastante subjetivo, variando entre diferentes culturas. FEX (1992) relata que a maioria das pessoas apresenta voz considerada normal, embora sejam vozes individualmente diferenciadas. KREIMAN e cols. (1993)

fazem uma revisão extensa da literatura – 57 estudos e observam uma ampla variação inter e intra-individual, com relação à qualidade e quantidade das informações, além de verificarem a dependência da experiência prévia no julgamento perceptivo. SONNINEN (1970) definiu 59 exemplos de vozes e COLTON e CASPER (1990) referem que as qualidades vocais podem ser comparadas a várias galáxias, onde cada parâmetro vocal seria uma estrela. Atualmente, uma das escalas mais utilizadas é a GRBAS (“grade, rough, breathy, asthenic, strained”, isto é, grau de alteração, rouquidão, sopro, astenia, tensão) proposta por ISSHIKI e cols. (1969) e por HIRANO (1981). HIRANO (1989) sugere que deve haver um mínimo de parâmetros nas escalas perceptivas, incluindo ao menos “pitch”, “loudness”, qualidade vocal e flutuações da voz. A maioria das escalas ainda subdivide a qualidade vocal em características como sopro, rouquidão e tensão.

Uma vez que a análise perceptiva ainda permanece como único instrumento utilizado pela maioria dos fonoaudiólogos brasileiros, regras simples deveriam ser seguidas com maior disciplina, para maximizar o uso deste *instrumento* e minimizar os erros derivados desta aplicação: gravações de alta fidelidade, ambiente silencioso, protocolos padronizados de testes e distância constante da boca do falante ao microfone. Além disso, idealmente, os avaliadores deveriam submeter-se a um treino auditivo rigoroso, o que não acontece na formação acadêmica universitária brasileira. As principais conseqüências das diferenças entre os parâmetros selecionados e a falta de padronização dos testes perceptivos são as confusões de interpretação e a impossibilidade de realização de comparações interinstitucionais.

Em função destes dados, com o advento das medidas objetivas, cada vez mais a avaliação subjetiva necessita ser colocada numa perspectiva mais apropriada e reconhecida como parte da avaliação clínica da voz.

As medidas objetivas da função vocal – o laboratório de voz – compreendem a avaliação da função vibratória, a avaliação aerodinâmica e a avaliação acústica.

A avaliação da função vibratória pode ser realizada por meio de fotografia com câmara extremamente lenta, videolaringoscopia, estroboscopia, eletroglotografia ou eletromiografia. Na prática clínica, o mais utilizado é a videolaringoscopia associada à estroboscopia, pelas quais podemos avaliar aspectos anatômicos e funcionais da laringe, presença ou não de lesões e, principalmente, a vibração das pregas vocais. Quando não dispomos de uma luz estroboscópica, podemos empregar a pseudoestroboscopia, através do auxílio de uma microcâmara. Nos aparelhos mais modernos, podemos associar a avaliação das pregas vocais através da estroboscopia, obtermos a frequência fundamental e a amplitude, e acoplarmos um eletroglotógrafo para obtenção de ondas de vibração da mucosa. A cada ciclo vibratório, quando as pregas vocais se tocam, há a captação de um estímulo elétrico que é transformado em onda, visíveis no monitor. A interpretação dessas ondas nos fornece dados sobre a qualidade de vibração da mucosa vocal.

É fundamental, quando estamos estudando a voz, termos um exame videoscópico das pregas vocais e, para ser mais preciso, um exame de todo o trato aerodigestivo alto.

A avaliação aerodinâmica compreende testes da função pulmonar e do fluxo aéreo laríngeo, revelando tanto a função pulmonar, enquanto fonte geradora de

energia para a produção vocal, quanto a eficiência das pregas vocais no controle do fluxo aéreo.

Por sua vez, a avaliação acústica consiste no processo de extração e quantificação de padrões precisamente definidos do sinal vocal por instrumentos objetivos. Baseia-se num corpo teórico altamente especializado e complexo. A avaliação acústica é uma medida indireta dos padrões vibratórios das pregas vocais, das formas do trato vocal e suas modificações no decorrer do tempo e as medidas que oferece são derivadas da frequência, intensidade e tempo. Sua interpretação relaciona-se aos dados normativos para idade, sexo, tipo de fonação e treino vocal.

Como utilizado popularmente, o termo *qualidade vocal* é o produto de dois processos essencialmente não relacionados: geração de um sinal vocal complexo pela laringe e filtragem deste sinal pelo trato vocal. Alguns aspectos da qualidade vocal – frequência e soproidade – são funções primárias da laringe. Outras – nasalidade, por exemplo –, representam as contribuições do filtro do trato vocal. O termo *qualidade vocal* tende a gerar confusão, por referir-se tanto às contribuições da laringe quanto às do trato vocal como um todo.

O princípio físico básico que norteia a avaliação acústica é o Teorema de Fourier, que afirma que qualquer forma de onda periódica pode ser analisada através de uma série de ondas sinusóides, com diferentes relações de frequência, amplitude e fase (BAKEN, 1996). As frequências das ondas componentes são todas múltiplos inteiros da frequência fundamental (F_0) da onda, sendo conhecidas como harmônicos, e expressas como f_1, f_2, \dots, f_n . O sinal vocal, também chamado de “output” laríngeo, é um sinal complexo, cujas características são unicamente atribuídas ao comportamento glótico e subglótico. Trata-se de uma onda de fluxo aéreo assimétrica e quase-periódica, que representa a somatória de um grande número de ondas simples (sinusóides) de diferentes frequências (FIG. 5.1A). A mais grave destas é a chamada *frequência fundamental*, considerada o correlato acústico exato da taxa vibratória das pregas vocais. Idealmente, os outros componentes sinusóides de onda deste sinal, portanto, têm frequências que são múltiplos inteiros da frequência fundamental, os *harmônicos*. Assim, a vibração das pregas vocais produz um *espectro* sonoro – gráfico bidimensional em que a frequência se encontra na abscissa e a intensidade na ordenada –, chamado de *espectro de linha*, nas quais a amplitude (força) das frequências individuais (harmônicos) decaem como múltiplos íntegros da frequência fundamental, numa taxa de declínio de 12dB por oitava (FIG. 5.1B). É por este motivo que a maioria da energia da fala está nas frequências graves. A variação de intensidade afeta apenas o nível de energia que o ressonador irá receber (KENT e READ, 1992).

Assim, a composição acústica da forma de onda do fluxo aéreo glótico (o sinal vocal puro) é o resultado direto do modo como a área glótica muda no decorrer do tempo e isto, é claro, é uma função do movimento das pregas vocais. Tais padrões de movimento variam de acordo com a mudança do “status” contrátil dos músculos laríngeos e pela modificação da pressão aérea subglótica.

Um outro contribuinte, ainda mais potente, para a determinação da qualidade vocal, é o trato vocal extralaríngeo – faringe, cavidade oral e cavidade nasal (FIG. 5.1C). O sinal vocal (laríngeo) é propagado para o trato vocal, que atua como uma série de ressonadores interconectados. Tal fenômeno pode ser melhor compreendido por intermédio da teoria fonte-filtro da produção das vogais (STEVENS e HOUSE, 1961). Este modelo descreve a

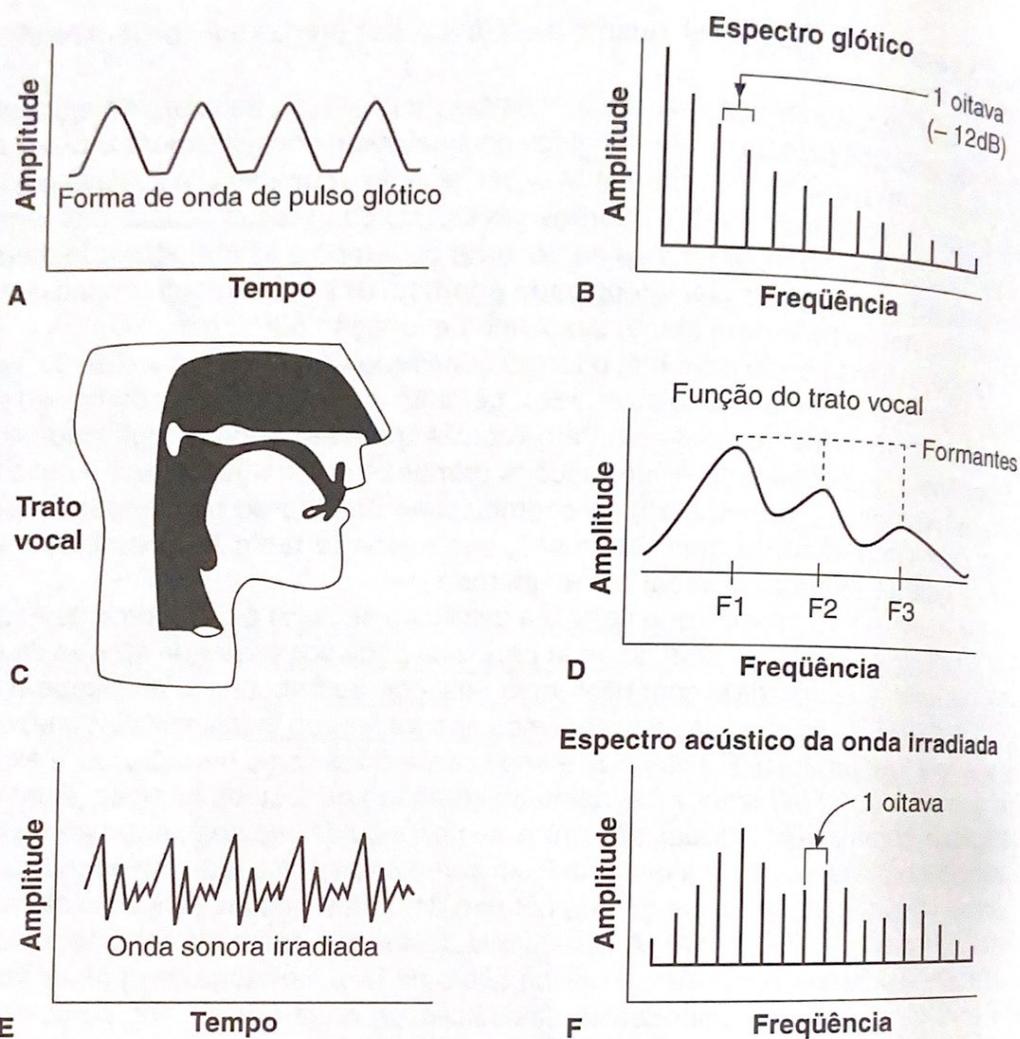


Figura 5.1 – Componentes básicos da teoria de produção de fala (Fant, 1960): A e B) pulso glótico; C e D) função de transferência do trato vocal; E e F) características de radiação (adaptado de Morrison, 1994).

glote como fonte de um sinal rico em harmônicos que é transmitido ao trato vocal, que funciona como um filtro ou sistema de transmissão seletivo de freqüências, amortecendo determinadas freqüências e amplificando outras. O filtro determina os formantes, termo considerado sinônimo de ressonância do trato vocal, que correspondem aos picos do espectro acústico (FIG. 5.1D). São considerados o modo natural de vibração do trato vocal, sendo que apenas os três ou quatro primeiros costumam ser de interesse (F1, F2, F3 e F4). O comprimento e o formato do trato vocal são usualmente determinados por idade e sexo do indivíduo – mulheres e crianças têm trato vocal mais curto do que homens e, conseqüentemente, freqüências formantes mais agudas. A teoria fonte-filtro de produção das vogais afirma que o sinal irradiado (FIG. 5.1E e F), na abertura de boca, é, portanto, produto da energia da fonte (FIG. 5.1A e B) pela energia do filtro (FIG. 5.1C e D). Contudo, as dimensões do trato vocal podem ser conscientemente ajustadas, sendo que tais ajustes são fundamentais para o treinamento vocal (SATALOFF, 1992).

Historicamente, a avaliação da função vocal iniciou-se no século XIX, sendo a análise acústica bem mais tardia, quase um século depois, na década de 40, com o desenvolvimento da espectrografia sonora. Nesse início, os instrumentos eram muito caros, grandes e de difícil calibração e manutenção. As gravações e os procedimentos de análise consumiam muito tempo e requeriam muito trabalho. Somente com o advento do computador pessoal e dos sistemas mais acessíveis de gravação de alta qualidade (áudio, vídeo, FM e digital), a avaliação acústica pôde-se tornar uma realidade clínica (BLESS e BAKEN, 1992).

Várias são as análises acústicas possíveis de serem realizadas com objetivos de análises vocais.

Uma das técnicas mais tradicionais de análise acústica é a *espectrografia acústica*, ou a análise da onda acústica em seus componentes básicos. Consiste de um gráfico tridimensional, onde a frequência está na ordenada, o tempo na abscissa e a intensidade relaciona-se ao grau de escurecimento do traçado (FIG. 5.2). Reflete

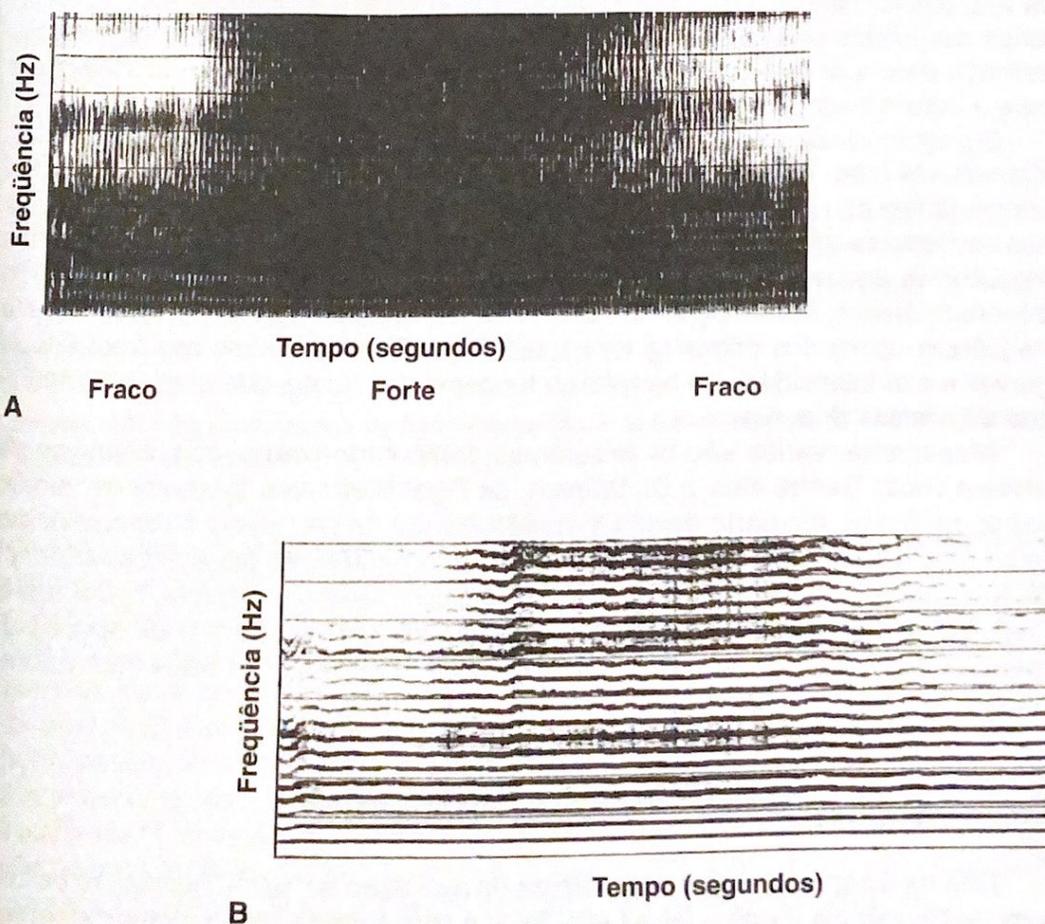


FIGURA 5.2 – Espectrogramas de banda larga (A) e de banda estreita (B), demonstrando a variação de intensidade.

as posturas do trato vocal – língua, lábios, mandíbula –, bem como seu comprimento, revela características das vogais e consoantes e permite a gravação visual do ruído. Uma voz normal demonstra harmônicos bem definidos e regulares, enquanto vozes disfônicas apresentam harmônicos pouco definidos, fracos e/ou irregulares. A maior parte dos programas de espectrografia requer que o examinador selecione precisamente como a amostra será analisada. Os ajustes realizados e as opções selecionadas podem mudar a aparência do espectrograma resultante, destacando ou não determinados padrões e, conseqüentemente, alterando a sua interpretação. Logicamente, estas decisões baseiam-se no conhecimento de princípios físicos básicos da produção vocal e do funcionamento do espectrógrafo, como o teorema de Fourier, o modelo de fonte-filtro da produção vocal (estes dois já explicados) e o processo de filtragem. Qualquer método de espectrografia envolve a filtragem do sinal de fala através de filtros de passa-banda, isto é, aquele que filtra o sinal acústico, transmitindo freqüências dentro de uma faixa restrita, e atenuando freqüências mais agudas ou mais graves. A largura de banda do filtro especifica a extensão da faixa de freqüência que é passada. Basicamente, há dois tipos de filtros: de banda larga e de banda estreita. O filtro de banda larga permite a análise da periodicidade da voz, dos formantes, a delineação da qualidade vocal e as manobras compensatórias assumidas pelo trato vocal. O filtro de banda estreita, por sua vez, é mais indicado para a análise dos harmônicos, para a avaliação de vozes aperiódicas e para a determinação de padrões de entonação (FIG. 5.3).

O padrão visual do espectrograma pode indicar alterações da qualidade vocal. YANAGIHARA (1967) definiu algumas características da rouquidão na espectrografia: componentes de ruído nos principais formantes das vogais, componentes de ruído nas freqüências agudas (acima de 300Hz) e perda dos componentes harmônicos nas freqüências agudas. Na voz soprosa, podem ser observados alto nível de ruído inter-harmônicos, substituição de harmônico por ruídos, regiões de ruído de alta freqüência acima dos primeiros formantes (6Khz), antifórmantes nas freqüências graves e alta intensidade no harmônico fundamental comparado com os harmônicos adjacentes (FIG. 5.4).

Atualmente, vários são os programas computadorizados com objetivos de análise vocal. Dentre eles, o Dr. Speech, da Tiger Eletronics, bastante comercializado no Brasil, em parte devido à acessibilidade de seu custo. Nossa principal experiência baseia-se no laboratório "CSL – Computerized Speech Laboratory", da Kay Elemetrics. Obviamente, quanto mais complexo o programa, maior a precisão de suas medidas e maiores as opções de análise. Dentre as opções de medidas acústicas fornecidas pelos diferentes programas, as mais importantes podem ser subdivididas em:

INFORMAÇÕES QUANTO À FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL

Não há dúvidas quanto à importância da avaliação do "pitch" (sensação psicofísica da freqüência vocal) – talvez etiológica e com certeza sintomatologicamente – nos distúrbios da voz (BAKEN, 1996). Esse atributo vocal tem sido tradicionalmente avaliado na clínica fonoaudiológica, baseando-se apenas nas habilidades perceptivas

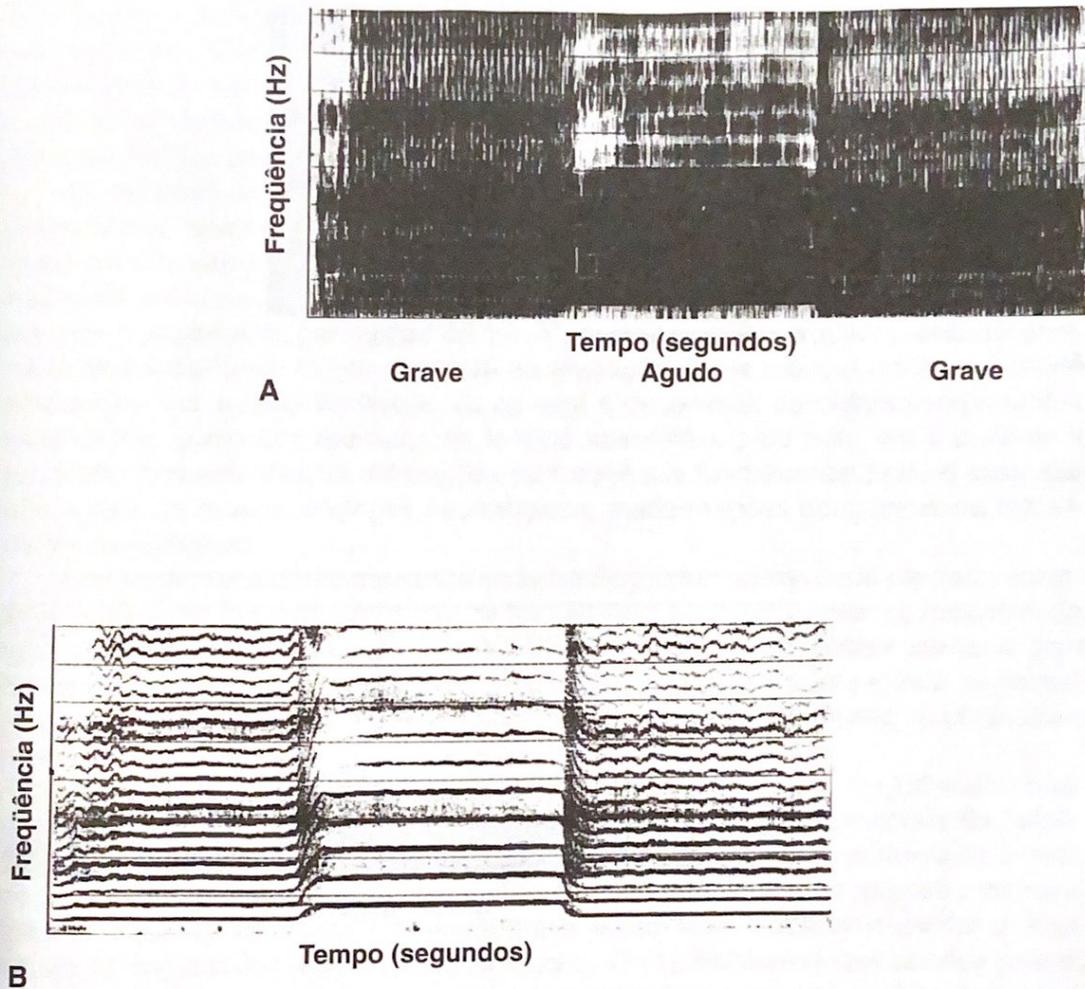


FIGURA 5.3 – Espectrogramas de banda larga (A) e de banda estreita (B), demonstrando a variação de frequência.

do fonoaudiólogo, numa estimativa de magnitude, em geral num contínuo grave-agudo. A partir dessa percepção, faz-se um julgamento de sua aceitabilidade e adequação: muito agudo, normal, muito grave, errático, etc. Tal julgamento relaciona-se com idade, sexo, raça, biotipo físico, situação social e emocional do falante. É de extrema importância para a avaliação da voz, embora seja amplamente influenciado pelo gosto pessoal, preferência por determinados padrões vocais e até mesmo por questões de identificação. Em face desses dados, e sabendo que o “pitch” não é a simples percepção da frequência fundamental, mas a interação complexa de frequência, intensidade e propriedades espectrais do som, é evidente que a avaliação perceptiva da frequência apresenta limites no universo da avaliação da voz. As medidas de frequência fundamental, portanto, são de inquestionável valor.

A frequência fundamental corresponde ao número de ciclos glóticos por segundo, refletindo as características biomecânicas das pregas vocais (estrutura laríngea e forças musculares de tensão e rigidez) em sua interação com a pressão subglótica.

Tais ajustes são funções de comportamentos reflexivos, afetivos ou aprendidos voluntariamente (BAKEN, 1996). As medidas de frequência habitual e as relativas à capacidade de variação de frequência podem indicar a adequação da interação de todas essas variáveis, bem como a precisão e extensão do controle laríngeo. Podem ser obtidas por meio de vários métodos de extração.

As medidas de frequência de fala indicam a adequação da frequência de um determinado falante quando comparadas aos padrões de normalidade para sua idade e sexo, sendo considerado de 100 a 150Hz para homens, 180 a 250Hz para mulheres (HOLLIEN, DEW, PHILLIPS, 1971). Comparando-se as medidas de frequência com o julgamento perceptivo do "pitch", pode-se avaliar o quanto uma determinada alteração deste último depende da alteração da frequência em si, indicando alterações dos ajustes laríngeos, ou se esta é decorrente de outros componentes associados, como por exemplo, as formas assumidas pelo trato vocal durante a produção fonoarticulatória. Alterações da frequência fundamental podem assinalar alterações de massa, doenças neurológicas, malformações congênitas ou dificuldades psicológicas.

A extensão na qual um mecanismo vocal não produz ou não pode produzir, voluntariamente, uma determinada gama de frequências, pode ser o primeiro indicativo de uma disfunção vocal. A fala não é um fenômeno monótono, mas requer um certo grau de variabilidade – desvio padrão da frequência fundamental num período de tempo relativamente longo –, cerca de 2 a 4 semitons (BAKEN, 1996). Excesso ou diminuição nesta variabilidade pode comprometer um bom padrão vocal.

As medidas de extensão máxima da frequência fundamental – extensão total de frequências que um indivíduo pode produzir – fornecem informações da habilidade vocal, ou seja, as condições físicas do mecanismo vocal, mostrando os limites do ajuste laríngeo. A extensão máxima da frequência engloba os registros modal e falsete, numa extensão da nota mais grave sustentada no registro modal a mais aguda no registro em falsete (HOLLIEN e cols., 1971). Espera-se que adultos jovens apresentem três oitavas de extensão, decrescendo tais valores de acordo com a idade (BAKEN, 1996).

INFORMAÇÕES QUANTO À INTENSIDADE VOCAL

A intensidade vocal corresponde ao grau de amplitude de vibração das pregas vocais em sua relação com a pressão subglótica. Os valores de normalidade para a média do nível de pressão sonora do sinal vocal, medida em decibels, varia entre 75 e 80dB (BAKEN, 1996). A variabilidade da amplitude é expressa como o desvio padrão da média do nível de pressão sonora. A faixa dinâmica da intensidade vocal é a faixa de intensidades vocais que uma pessoa pode produzir, e varia entre 50dB de intensidade mínima e 115dB de intensidade máxima (COLEMAN, MABIS, HINSON, 1977). Alterações da intensidade vocal podem refletir mau uso muscular, doenças neurológicas que comprometam a adução glótica, doenças respiratórias, alterações das características ressonanciais por amortecimento acústico, como por exemplo devido a uma pequena abertura de boca, alterações do esfíncter velofaríngeo e posturas articulatórias.

MEDIDAS DE PERTURBAÇÃO DE FREQUÊNCIA E INTENSIDADE

A estabilidade do ajuste fonatório pode ser refletida na quantidade de variação a curto termo (perturbação) do sinal vocal. Tais medidas referem-se a quanto um dado período diferencia-se do período que imediatamente o segue, não levando em consideração o quanto ele difere de um ciclo no outro extremo da produção. Desta forma, as medidas de variabilidade a curto termo não consideram as mudanças produzidas voluntariamente. Se o sistema fonatório fosse um mecanismo ideal e perfeitamente estável, não haveria diferenças entre as frequências e amplitudes dos ciclos consecutivos, com exceção das modificações voluntariamente produzidas na frequência e na intensidade de um determinado "output" vocal. Assim, as medidas de perturbação podem ser tidas como correlatos acústicos de padrões vibratórios erráticos, resultantes da redução do controle sobre o sistema fonatório (SORENSEN e cols., 1980), como também correlatos acústicos da percepção das disfonias.

As medidas de perturbação de frequência – "jitter" – correspondem à variação da frequência fundamental em ciclos consecutivos (Fig. 5.5). Há diferentes formas de extração desses valores – "jitter" absoluto, "jitter" relativo, RAP ("relative average perturbation"), PPQ ("pitch perturbation quotient"), etc., sendo que os dados normativos dependem dos métodos utilizados.

O "shimmer" é outro índice da estabilidade do sistema fonatório e corresponde à variação da amplitude em ciclos consecutivos (FIG. 5.5). Semelhantemente ao "shimmer", há diferentes formas de extração de seus valores – "shimmer" absoluto,

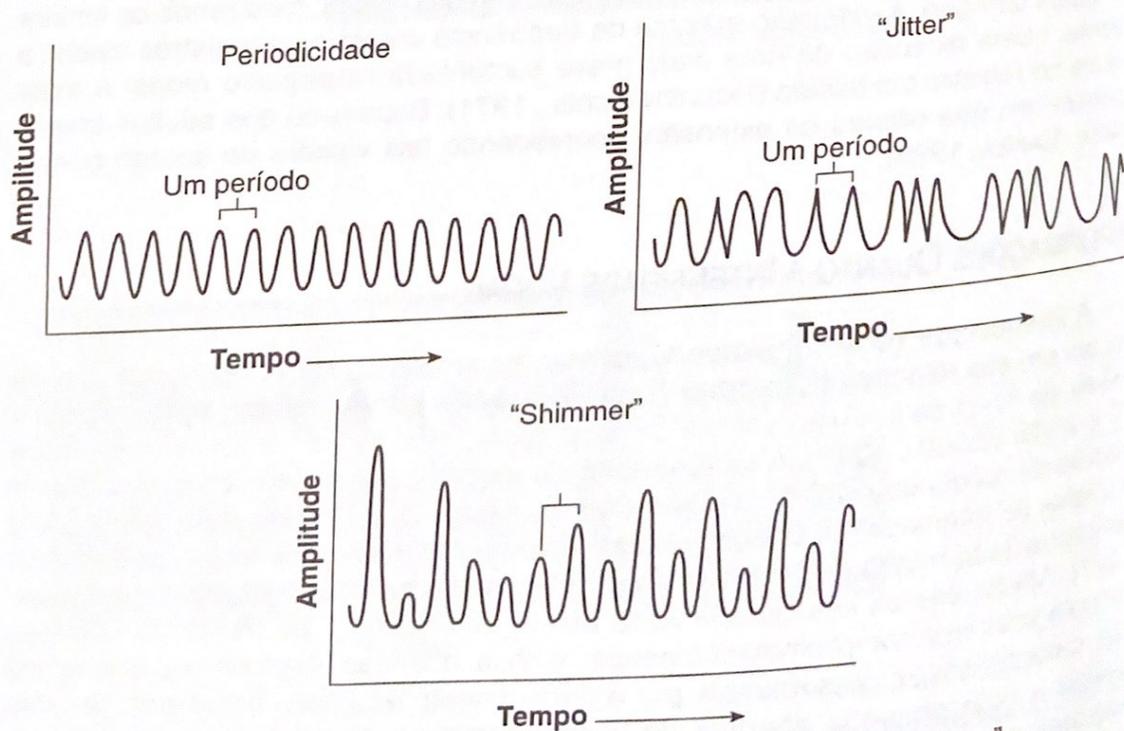


FIGURA 5.5 – Perturbações da forma de onda da fonte glótica, "jitter" e "shimmer".

“shimmer” relativo, APQ (“amplitude perturbation quotient”), etc., sendo que os dados normativos dependem dos métodos utilizados.

MEDIDAS DE RUÍDO

A quantidade de componentes espectrais de ruído correlaciona-se com a percepção de rouquidão da voz (YUMOTO, 1983; KASUYA e cols., 1986). Várias são as medidas, descritas na literatura, que avaliam o nível dos componentes de ruído espectral. Dentre elas:

NHR (“noise-to-harmonic ratio”) – Avaliação geral da presença de ruído no sinal analisado, incluindo variações de amplitude e frequência, ruído de turbulência, componentes sub-harmônicos e/ou quebras de voz.

VTI (“voice turbulence index”) – Mais correlacionado com os componentes de turbulência causados pelas alterações na adução das pregas vocais.

SPI (“soft phonation index”) – Avaliação da falta de componentes harmônicos de alta frequência, o que também pode ser uma indicação de pregas vocais pouco aduzidas durante a fonação.

HNR (“harmonic-to-noise ratio”), **NNE** (“normalized noise energy”), etc.

MEDIDAS DE TREMOR VOCAL

São as medidas relacionadas à variabilidade a longo termo, da frequência e da amplitude, do sinal vocal, particularmente as variações periódicas da voz: **FTRI** (“F₀ Tremor Intensity Index”), **ATRI** (“Amplitude Tremor Intensity Index”), **Fftr** (“F₀ Tremor Frequency”), **Fatr** (“Amplitude Tremor Frequency”).

MEDIDAS DE COMPONENTES SUB-HARMÔNICOS

Idealmente, a voz normal deve apresentar ausência de componentes sub-harmônicos, com tais medidas, por consequência equivalendo-se a zero. Medidas aumentadas de componentes sub-harmônicos podem estar associadas a qualidades vocais diplofônicas ou emissões em “vocal fry”, características presentes em disfonias psicogênicas ou neurológicas,

Além destas, podemos encontrar determinados programas – como o MDVP –, que ainda apresenta outras medidas, tais como as medidas de quebra vocal, relacionadas à interrupção da produção vocal, bem como medidas de irregularidades, relacionadas às áreas não-harmônicas da amostra vocal, ou seja, onde a frequência fundamental não pode ser detectada.

A União dos Foniátrios Europeus (UEP) recomendou, em 1983, um método padronizado de avaliação da produção vocal utilizando-se a *fonetografia*. Pelas medidas acústicas de frequência e intensidade, cria-se um gráfico – o fonetograma –, que define os limites vocais (FIG. 5.6). Os fonetogramas são criados pedindo-se ao

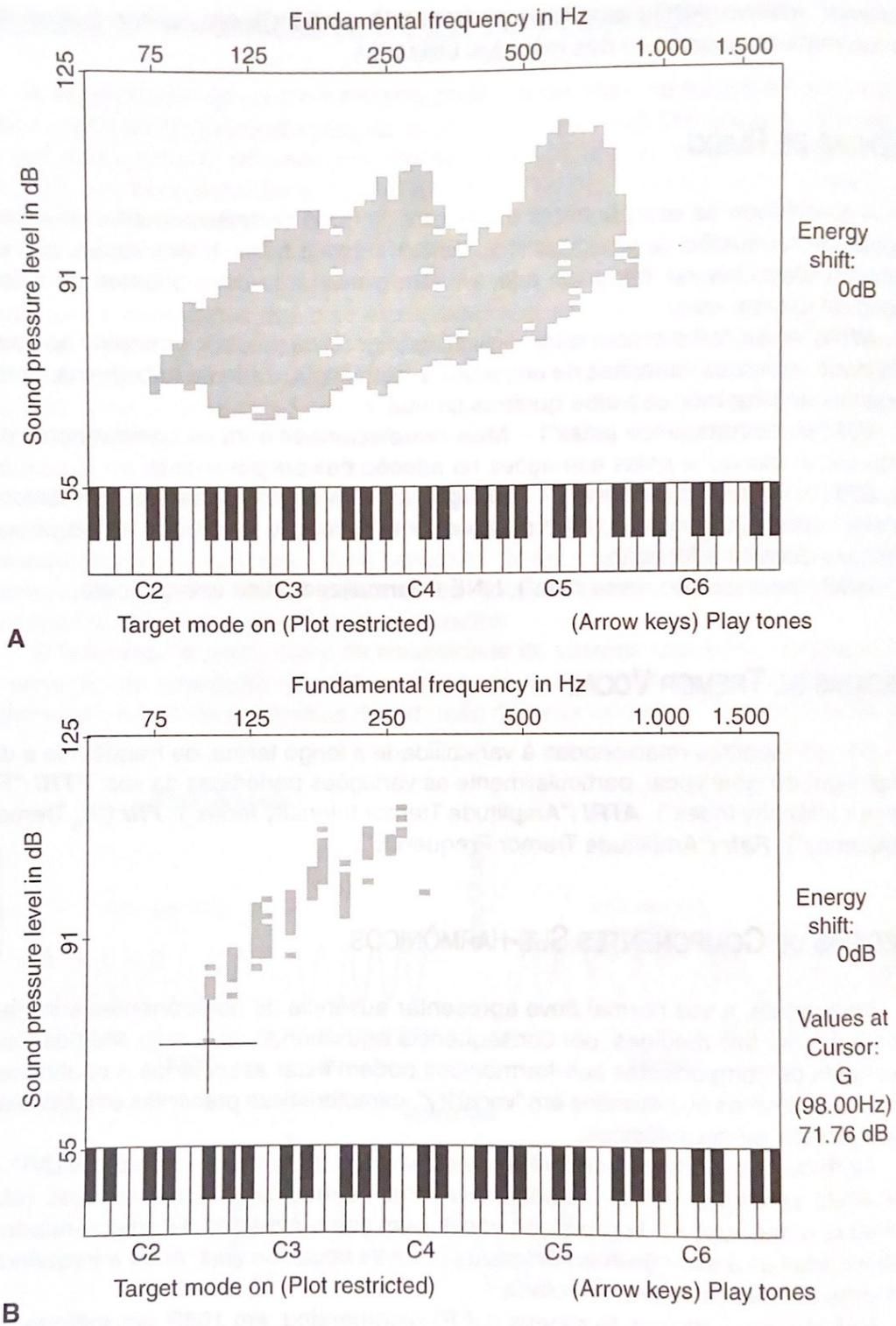


FIGURA 5.6 – Perfil de extensão vocal, programa “Voice Range Profile”, CSL, Kay Elemetrics. **A)** Voz masculina normal; **B)** restrição da extensão fisiológica da voz em um paciente com doença de Parkinson.

paciente para que produza vozes o mais fraco e o mais forte possível a cada meio tom de sua extensão total de freqüência. Assim, obtém-se um gráfico que expressa dados de extensão de freqüência, na abscissa e intensidade, na ordenada, bem como a sua inter-relação. Discute-se a sua importância na identificação do potencial artístico das vozes, enquanto auxílio diagnóstico em pacientes disfônicos e na monitorização da efetividade do tratamento. Recentemente, o Comitê de Voz da IALP ("International Association of Logopedics and Phoniatrics") sugeriu a substituição do termo fonetograma por *perfil de extensão vocal* – "voice range profile" (BLESS e BAKEN, 1992). Amplamente utilizado na Europa, parece haver certa resistência de sua aplicação nos EUA, principalmente devido ao tempo dispendido em sua realização e às dificuldades de obtenção de resultados fidedignos para pacientes com dificuldades de pareamento de tons.

Em resumo, métodos muito simples de análise acústica podem prover informações sobre quatro importantes aspectos da função laríngea (BAKEN e ORLIKOFF, 1992):

1. Ajuste laríngeo – Faixa sobre a qual a aerodinâmica e biomecânica da laringe (em particular das pregas vocais) podem ser voluntariamente modificadas e extensão na qual esta capacidade de ajuste disponível é utilizada na fala. Por exemplo: restrições de freqüência e intensidade decorrente de hipocinesia e rigidez muscular, típicas da doença de Parkinson.

2. Estabilidade fisiológica – Habilidade de manter um ajuste estável. Exemplo: alterações a curto ou longo termo observadas nas diferentes afecções laríngeas.

3. Coordenação laríngea – Adequação da integração do comportamento laríngeo com outros eventos articulatórios no trato vocal. Por exemplo: apraxia fonoarticulatória.

4. Eficiência laríngea – Extensão na qual o comportamento da glote converte a força disponível em ondas periódicas. Muitos fatores contribuem para a eficiência glótica, principalmente o fechamento glótico. A presença de ruído de turbulência – percebido como soprosidade – é um sintoma importante, indicativo de ineficiência laríngea. O ruído de turbulência pode ser encontrado nas paralisias laríngeas, após laringectomias parciais, em doenças neurológicas que comprometem a adução glótica, entre outras.

INDICAÇÕES

As indicações para análise acústica ainda são controversas no que diz respeito à sua necessidade, à seleção dos testes e à validade dos dados obtidos. Ainda não há um acordo internacional sobre quais os parâmetros mais úteis (sozinhos ou combinados): freqüência fundamental, intensidade, fluxo aéreo, etc., na avaliação dos diferentes distúrbios da voz.

STONE (1996) refere que as avaliações objetivas da voz têm as seguintes finalidades:

- Interpretação do grau de alteração, ou seja, a quantificação das alterações por comparação de dados individuais com a distribuição normal. Com relação

à avaliação acústica, algumas medidas, tais como o "jitter" e o "shimmer", mostram grande variabilidade intra e interindividuais, não representando funções de distribuição normais e, conseqüentemente dificultando comparações paramétricas (STONE e RAINEY, 1992).

- Documentação da mudança vocal no decorrer do tempo, para a ilustração da efetividade da intervenção por dados objetivos. Por exemplo: efetividade da fonoterapia em doenças degenerativas, como a doença de Parkinson, ou aumento dos tempos fonatórios em pacientes laringectomizados totais, dificilmente obtido sem instrumentos objetivos. Muitas vezes, a comprovação objetiva da melhora de alguns dos parâmetros vocais é uma ferramenta extremamente útil na motivação dos pacientes para o tratamento comportamental, tornando o diálogo entre paciente e fonoaudiólogo menos abstrato e mais realístico. Quando os pacientes são otimistas sobre sua intervenção, eles colaboram mais com determinadas tarefas.

Alguns programas, como o Visipitch, da Kay Elemetrics, exibem alguns parâmetros vocais em tempo real, o que pode ser utilizado, pelo reforço imediato, como técnica facilitadora na obtenção de determinados padrões vocais. Em nossa experiência, até mesmo as crianças apreciam tal tipo de abordagem, uma vez que costumam gastar horas de interação com instrumentos e computadores, o que é evidenciado pela grande número de jogos de computador.

Nos últimos anos, cada vez mais cresce a dificuldade de aceitação de publicações de trabalhos científicos que descrevam a efetividade de intervenções médicas e/ou fonoaudiológicas, sem evidências objetivas. Os revisores, geralmente, exigem a demonstração, por diferentes parâmetros, das diferenças pós-intervenção.

- Compreensão da fisiologia da produção vocal.

Além destes, a avaliação acústica pode ser utilizada na presença de dúvidas quanto ao potencial de mudança através de abordagem comportamental, realizando-a antes e imediatamente após a realização de determinadas técnicas de reabilitação, para avaliação de queixas não percebidas pelo avaliador, em casos de fadiga vocal e quando há alteração laríngea, apesar de voz aparentemente normal.

LIMITES DA AVALIAÇÃO ACÚSTICA

O sinal acústico é um produto de todas as condições e eventos fisiológicos do sistema vocal num determinado instante. Tal afirmação, entretanto, não implica que haja necessariamente uma correspondência direta e determinada entre variedades anatômicas e fisiológicas e os parâmetros específicos do sinal vocal. As interações são complexas demais para permitirem um mapeamento da fisiologia para a acústica, pelo menos até o momento. Os fatores fisiológicos responsáveis por um determinado sintoma vocal (rouquidão, sopro ou alteração da intensidade) em geral requerem integração de várias informações.

Até o presente momento, a falta de procedimentos padronizados ainda é uma realidade que limita a avaliação acústica. A ausência de procedimentos universalmente aceitos pode levar a falhas na obtenção e, por isso, na interpretação dos resultados. TITZE (1993) relata a variabilidade nas medidas de "jitter" obtidas com pequenas modificações na colocação dos microfones. Podemos observar isso na literatura específica, na qual a distância ótima do microfone varia entre 5 e 40cm. O número de tentativas na obtenção da amostra de voz e a quantidade de parâmetros analisáveis também são fatores amplamente variáveis, de acordo com o autor e os programas de análise. Como exemplo, o MDVP (Multi-Dimensional Voice Program), da Kay Elemetrics, fornece mais de 21 parâmetros vocais (FIGS. 5.7 e 5.8), enquanto que programas como os da Tiger Eletronics (Dr. Speech) e o da GW oferecem menos de 12.

Além da falta de padronização dos testes, a literatura referente à normalidade das diversas medidas, tanto nacional quanto internacionalmente, em diferentes faixas etárias, ainda é escassa e, mesmo o perfil vocal de disfonias específicas, ainda é limitado a poucas patologias e a um número restrito de parâmetros e de casos avaliados.

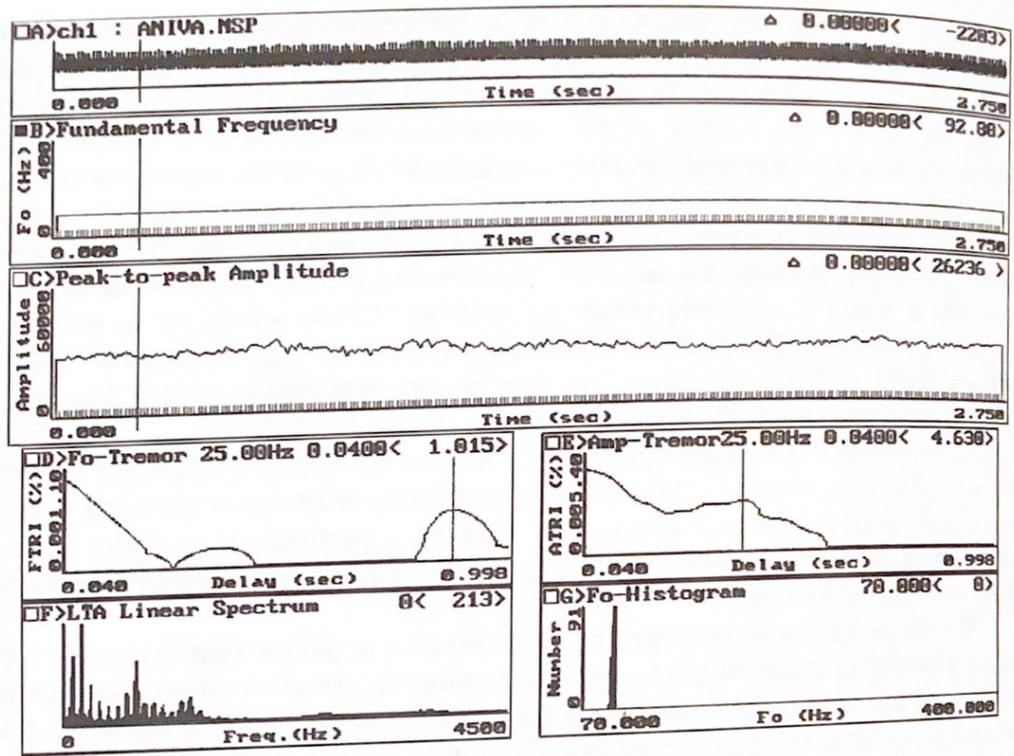
Como discutido anteriormente, a avaliação acústica está inserida num corpo teórico bastante especializado, até o presente momento não abordado em profundidade nos currículos das universidades brasileiras. A literatura nacional também é escassa ao extremo, basicamente restringindo-se às informações de fabricantes de equipamentos. O fato dessas informações não integrarem a formação dos profissionais que atuam na área da voz remete-nos a toda forma de usos indevidos a que um novo equipamento pode estar sujeito: inadequações ou falta de padronizações na metodologia de obtenção dos dados, utilização de testes ou medidas inapropriadas, interpretações indevidas e, até mesmo, hipervalorizações quanto ao seu papel dentro da avaliação da função vocal, além da dificuldade de diferenciar falhas do equipamento de alterações do próprio paciente.

O custo do computador e dos programas utilizados e, quando necessário, do tratamento acústico do local, ainda dificulta a sua aquisição por grande parte dos fonoaudiólogos. Esse fator, acrescido ao tempo pessoal do clínico envolvido na análise (cerca de 5 a 10min para gravação e 15 a 30min para análise) podem elevar o custo para paciente, inviabilizando a sua realização.

VANTAGENS DA AVALIAÇÃO ACÚSTICA

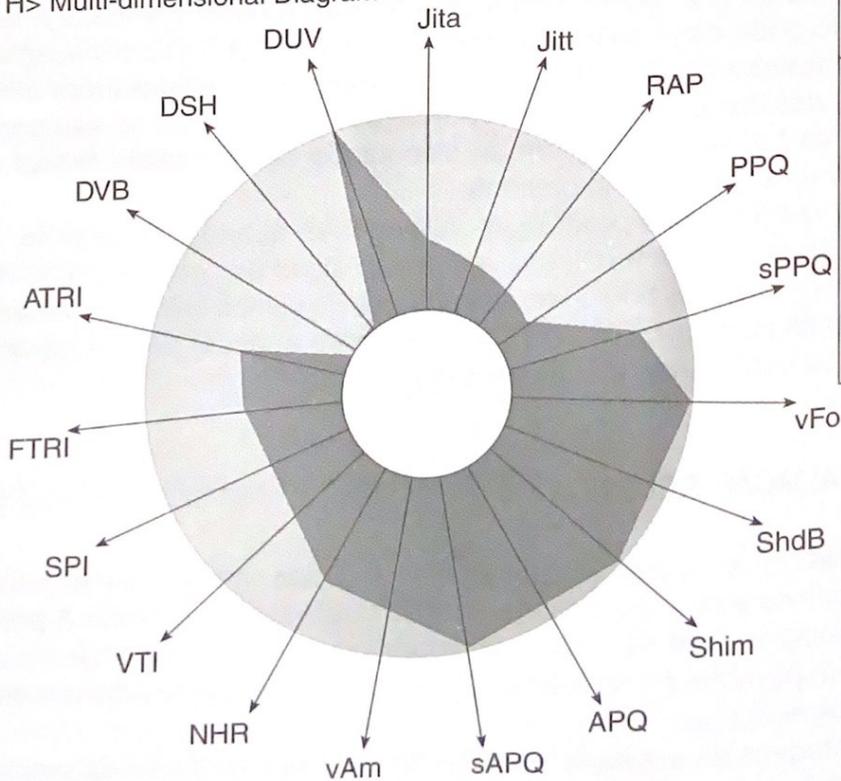
Fora os limites descritos, os métodos de análise acústica são ampla e entusiasmamente empregados na avaliação e categorização dos distúrbios vocais. A principal razão para sua popularidade são sua atratividade paradigmática e a não invasibilidade. Igualmente importante é o fato de os avanços tecnológicos facilitarem enormemente a sua implementação.

As principais vantagens da avaliação acústica da voz são o aumento da precisão do diagnóstico, a identificação e documentação da eficácia do tratamento (FIG. 5.8) a curto e longo prazo e a possibilidade do "feedback" visual para o paciente.



A

H> Multi-dimensional Diagram

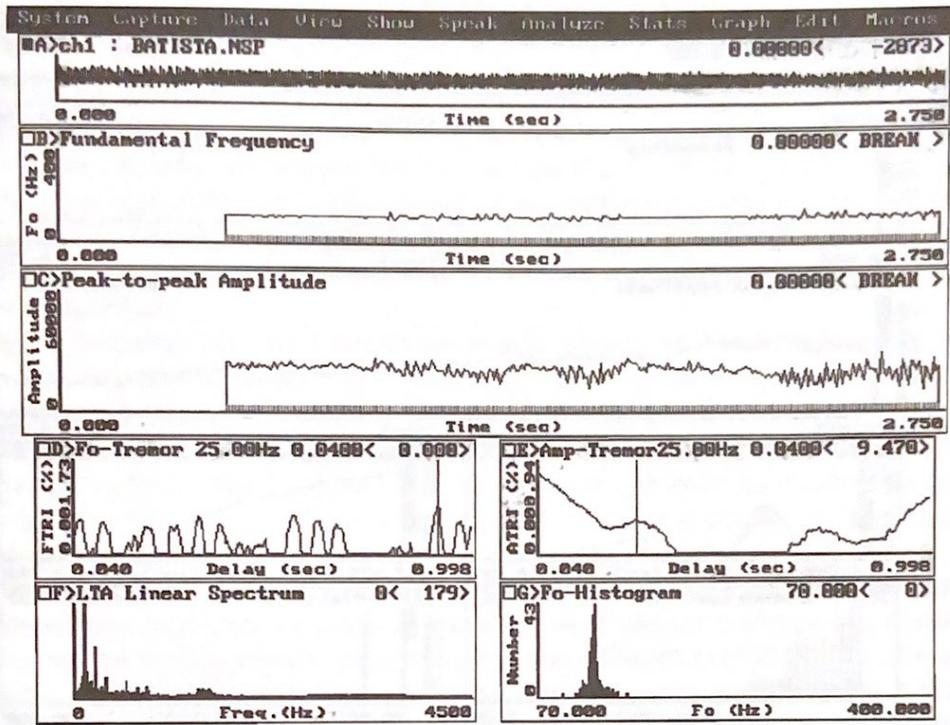


Fo = 92,7 Hz

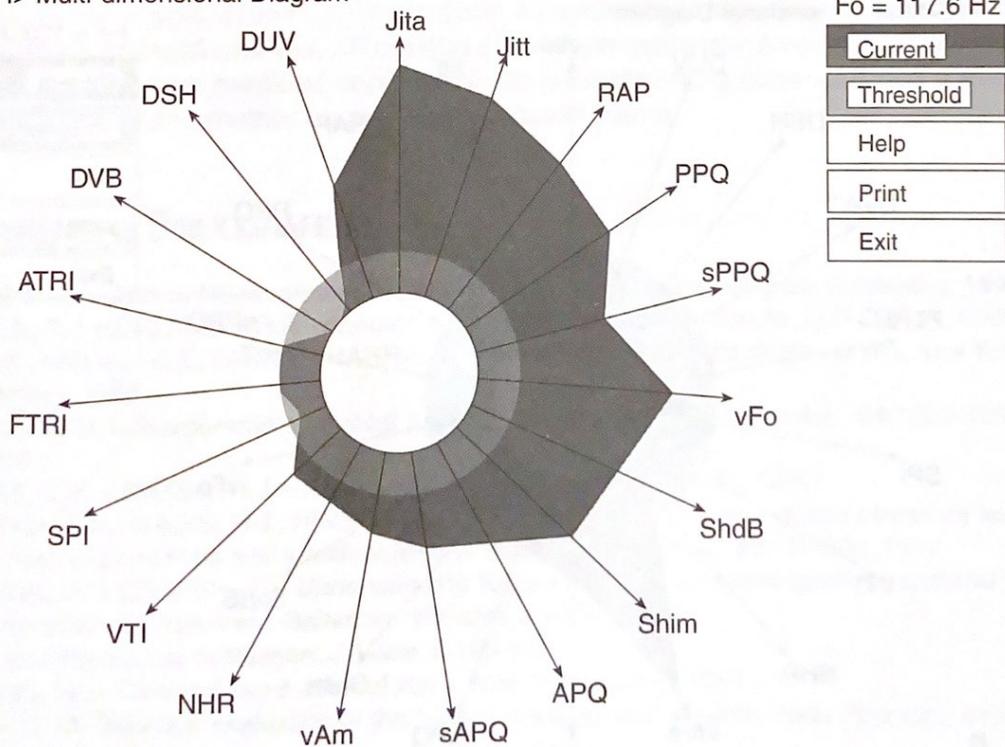
Current values	
Jita	= 33.8 us
Jitt	= 0.31 %
RAP	= 0.16 %
PPQ	= 019 %
sPPQ	= 0.79 %
vFo	= 1.11 %
ShdB	= 0.34 dB
Shim	= 3.85 %
Thresh Print	
OK	

B

FIGURA 5.7 – A e B) Voz masculina normal, programa MDVP (“Multi-dimensional Voice Program”), CSL, Kay Elemetrics.

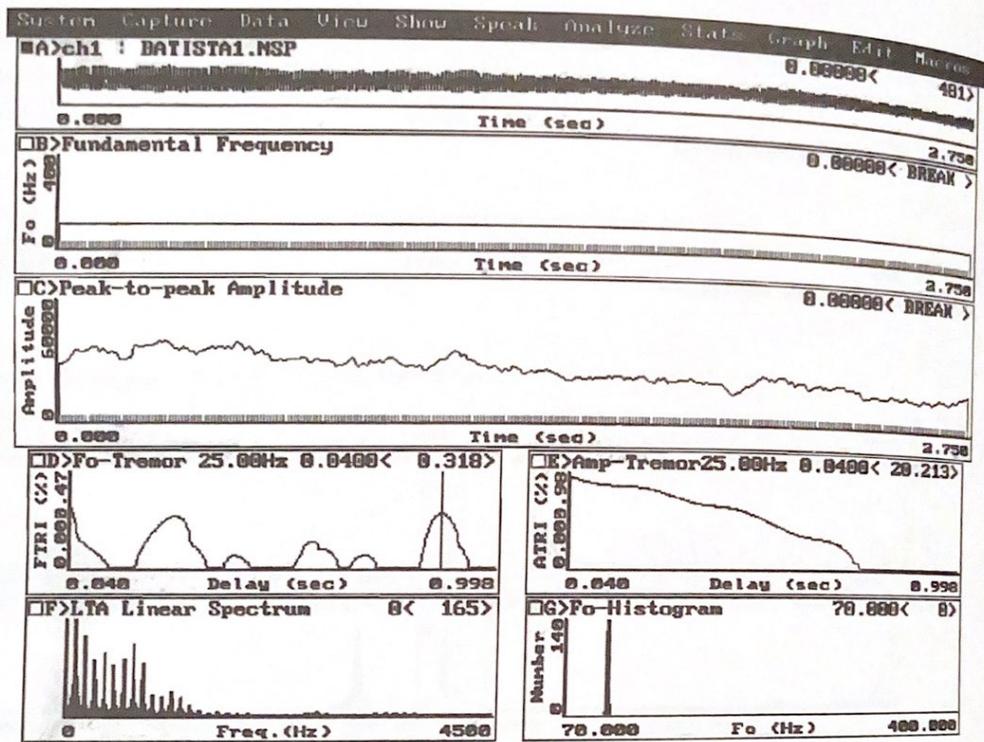


H> Multi-dimensional Diagram



A

FIGURA 5.8 – A e B) Gráficos demonstrando diferentes parâmetros vocais, pré e pós-tratamento cirúrgico, de um paciente com pólipos de prega vocal (programa MDVP, CSL, Kay Elemetrics).



H> Multi-dimensional Diagram

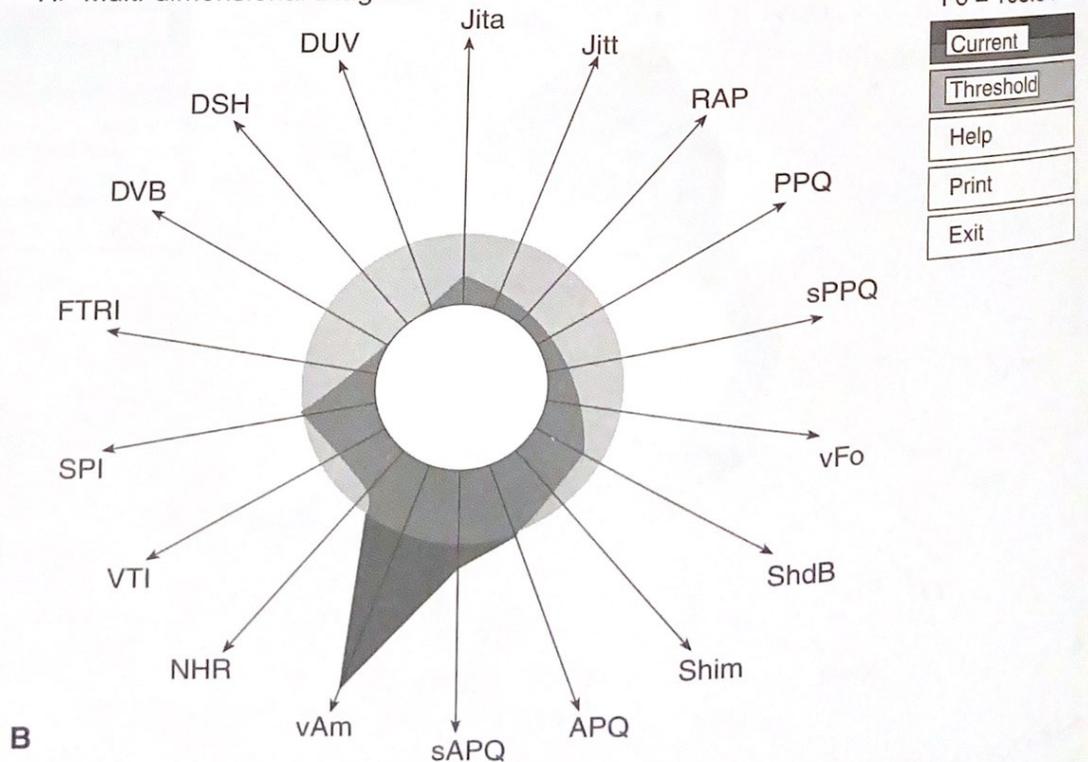


FIGURA 5.8 – Continuação.

CONCLUSÃO

Apesar de séculos de fascinação e do inegável valor da comunicação vocal, até 20 anos atrás a voz ainda era considerada um mistério a ser decifrado. Nestas últimas duas décadas do século XX, houve um avanço muito grande na área da laringologia e voz, com a definição da estrutura multilaminar das pregas vocais por HIRANO (1975) o advento de novas técnicas cirúrgicas e a possibilidade de integração de uma abordagem terapêutica mais científica à abordagem artística tradicionalmente utilizada.

Muitas decisões quanto à saúde vocal nos últimos 100 anos basearam-se no ouvido e no espelho laríngeo, mas a passagem do tempo solicita-nos um aprimoramento frente às novas necessidades. Atualmente, ao falarmos a um paciente que sua voz soa melhor, com base apenas em dados perceptivos, estamos parcialmente realizando nosso trabalho, pois não estamos considerando as mudanças decorrentes de uma fonação com menos esforço e não estamos provendo um índice de modificação ou um indicador prognóstico.

Olhar para um fenômeno isolado e tirar conclusões do fenômeno ao qual ele está associado coloca-nos no risco de mal interpretar causas e efeitos das disfonias, assim como de propor tratamentos inadequados. HIRANO (1987) afirma que qualquer teste, não importa quão útil seja, pode avaliar apenas parcialmente a função vocal. A avaliação completa do paciente sempre deve incluir medidas de movimento, aerodinâmicas e acústicas.

SATALOFF e cols. (1981), ao considerar a perspectiva da avaliação acústica no contexto da avaliação da voz, afirma que dizer ao paciente que a voz está boa, ruim, melhor ou pior, sem medidas objetivas, é tão insatisfatório quanto falar que a audição está boa, ruim, melhor ou pior sem um audiograma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKEN, R. – *Clinical Measurement of Speech and Voice*. London, Singular Publishing, 1996.
- BAKEN, R.J. e ORLIKOFF, R.F. – Acoustic assessment of vocal function. In: BLITZER, A.; BRIN, M.F.; SASAKI, C.T.; FAHN, S.; HARRIS, K.S. *Neurologic Disorders of the Larynx*. New York, Thieme, 1992.
- BLESS, D. M. – Measurement of vocal function. *Otolaryngol. Clin. North Am.*, **24**:1023-1033, 1991.
- BLESS, D.M. e BAKEN, R.J. – Assesment of voice. *J. Voice*, **6**:95-97, 1992.
- COLEMAN, R.; MABIS, H.J.; HINSON, J. – Fundamental frequency – sound pressure level profiles of adult male and female voices. *J. Speech Hear. Res.*, **20**:197-204, 1977.
- COLTON, R. e CASPER, J. – *Understanding Voice Problems: a Physiological Perspective for Diagnosis and Treatment*. Baltimore, Williams & Willkins, 1990.
- FEX, S. – Perceptual evaluation. *J. Voice*, **6**:155-158.
- HIRANO, M. – *Clinical Examination of Voice*. New York, Spring, 1981.
- HIRANO, M. Objective evaluation of the human voice: clinical aspects. *Folia Phoniatr.*, **41**:89-144, 1989.
- HOLLIEN, H.; DEW, D.; PHILLIPS, P. – Phonational frequency ranges of adults. *J. Speech Hear. Res.*, **14**:755-760, 1971.

- ISSHIKI, N.; OKAMURA, H.; TANABE, M.; MORIMOTO, M. – Differential diagnosis of hoarseness. *Folia Phonetica*, **21**:9-19, 1969.
- KASUYA, H.; OGAWA, S.H.; MASHIMA, K.; EHIBARA, S. – Normalized noise energy as an acoustic measure to evaluate pathologic voices. *J. Acoust. Soc. Amer.*, **80**:5, 1996.
- KENT, R.D. e READ, C. – *The Acoustic Analysis of Speech*. San Diego, Singular, 1992. 238p.
- KREIMAN, J.; GERRAT, B.; KEMPSTER, G.; ERMAN, A.; BERKE, G. – Perceptual evaluation of voice quality: review, tutorial and a framework for future research. *J. Speech Hear. Res.*, **36**:21-40, 1993.
- MORRISON, M. e RAMAGE, L. – *The Management of Voice Disorders*. San Diego, Singular, 1994.
- SATALOFF, R.T.; SPIEGEL, J.R.; CARROLL, L.M.; DARBY, K.S.; HAWKSHAW, M.; RULNICK, R.K. – The clinical voice laboratory. In: SATALOFF, R.T. *Professional Voice*. New York, Raven, 1991. 542p.
- SATALOFF, R.T. The human voice. *Scientific American*, 108-115, 1992.
- SONNINEN, A. – Phoniatic viewpoint on hoarseness. *Acta Otolaryngol.*, **263**:68-81, 1970.
- SORENSEN, J.M. e COOPER, W.E. – *Synthetic Coding of Fundamental Frequency in Speech Production*. Hillsdale, NJ, 1980.
- STEVENS, K.N. e HOUSE, A.S. – Acoustical theory of vowel production and some of its implications. *J. Speech Hear. Res.*, **4**:303-320, 1961.
- STONE, R.E. – The role of a voice laboratory in the study of voice disorders. In: CLEMENTE, M.P. *Voice Update*. Elsevier, Amsterdam, 1996.
- STONE, R.E. e RAINEY, C.L. – Intra- and intersubject variability in acoustic measures of normal voice. *J. Voice*, **5**:189-196, 1992.
- TITZE, I. – Effect of microphone type and placement on voice perturbation measurements. *J. Speech Hear. Res.*, **36**:1177-1190, 1993.
- YANAGIHARA, N. – Significance of harmonic changes and noise components in hoarseness. *J. Speech Hear. Res.*, **10**:531-541, 1967.
- YUMOTO, E. – The quantitative evaluation of hoarseness. *Arch. Otolaryngol.*, **109**:48-52, 1983.