

Análise vocal (auditiva e acústica) nas disartrias***

Vocal analysis (auditory - perceptual and acoustic) in dysarthrias

Luciane Carrillo*
Karin Zazo Ortiz**

*Fonoaudióloga. Especialização em Voz pelo Centro de Estudos da Voz (CEV). Pesquisadora Voluntária do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo. Endereço para correspondência: Rua Botucatu, 802 - Vila Clementino - São Paulo - SP - CEP 04023-062 (lucianecarrillo@hotmail.com).

**Fonoaudióloga. Professor Doutor Adjunto do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo.

***Pesquisa Realizada na Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina

Artigo Original de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 23.06.2006.
Revisado em 12.09.2006; 27.09.2006;
22.06.2007; 14.08.2007; 20.09.2007;
06.11.2007.
Aceito para Publicação em 06.11.2007.

Abstract

Background: neurological dysphonias are normally associated to dysarthrias and play an important role when determining the correct diagnosis. The acoustic analysis of the voice is important for understanding the speech motor disorders present in dysarthric patients. **Aim:** to describe the acoustic and auditory-perceptual characteristics of the voice of the different types of dysarthria. **Method:** 42 patients with well defined neurological diagnosis of dysarthria, 21 male and 21 female, were evaluated according to auditory-perceptual parameters and acoustic measures. All patients had their voices recorded. Auditory-perceptual voice analysis included: type of voice, resonance (balanced, hypernasal or laryngeal-pharyngeal), loudness (adequate, reduced, increased), pitch (adequate, low, high), and voice onset (isochronic, abrupt or breathy). For the acoustic analysis the following programs were used: GRAM 5.1.7. for the analysis of vocal quality and spectrographic tracing; and Vox Metria to obtain the objective measures. **Results:** data obtained in the auditory-perceptual analysis indicate that the most present vocal quality was the harsh and breathy voice, laryngeal-pharyngeal resonance and instability on vocal onset. In the acoustic analysis the following was observed: instability in the spectrogram, absence of the upper sub harmonics, presence of noise between the harmonics and reduced maximum phonatory time. Jitter, Shimmer and Glottal to Noise Excitation Ratio were altered in all dysarthrias. **Conclusion:** the acoustic analysis, associated to the auditory-perceptual assessments, is of assistance in the clinical diagnosis of dysarthrias.

Key Words: Dysarthria; Voice Disorders; Speech Acoustics.

Resumo

Tema: as disfonias neurológicas são comuns nas disartrias e desempenham um importante papel no diagnóstico diferencial. A análise acústica da voz é importante para o entendimento dos distúrbios motores presentes nas disartrias. **Objetivo:** descrever auditiva e acusticamente a voz nos diferentes tipos de disartria. **Método:** 42 pacientes disártricos, 21 do sexo masculino e 21 do sexo feminino foram submetidos à análise perceptual-auditiva e acústica. Todos os pacientes foram submetidos à gravação da voz, tendo sido avaliados, na análise auditiva, tipo de voz, ressonância (equilibrada, hipernasal ou laringo-faríngea), loudness (adequado, diminuído ou aumentado), pitch (adequado, grave, agudo) ataque vocal (isocrônico, brusco ou soproso), e estabilidade (estável ou instável). Para a análise acústica foram utilizados os programas GRAM 5.1.7 para a análise da qualidade vocal e comportamento dos harmônicos na espectrografia e o Programa Vox Metria, para a obtenção das medidas objetivas. **Resultados:** na análise auditiva os dados indicam que a voz rouca e soprosa foi a qualidade vocal mais presente, ressonância laringo-faríngea e instabilidade na emissão. Na acústica: traçado espectrográfico instável, ausência dos harmônicos superiores e presença de ruído entre os harmônicos e tempos máximos de fonação diminuídos. As medidas de *Jitter*, *Shimmer* e *Glottal to Noise Excitation Ratio* foram alteradas em todas disartrias. **Conclusão:** a análise acústica, complementar à perceptual-auditiva, auxilia no diagnóstico clínico das disartrias.

Palavras-Chave: Disartria; Distúrbios da Voz; Acústica da Fala.

Referenciar este material como:



Carrillo L, Ortiz KZ. Análise vocal (auditiva e acústica) nas disartrias. Pró-Fono Revista de Atualização Científica. 2007 out-dez;19(4):381-6.

Introdução

A disartria é um nome coletivo para as alterações de fala resultantes de distúrbios no controle de seu mecanismo, devido a danos no sistema nervoso central ou periférico ⁽¹⁾.

As disfonias neurológicas são comuns nas disartrias e desempenham um importante papel no diagnóstico diferencial. Quando a função laríngea é afetada devido a um distúrbio neurológico, outros componentes da fala freqüentemente também estão comprometidos ⁽¹⁾.

A análise vocal em pacientes com doença neurológica pode ter importante contribuição no diagnóstico diferencial e precoce e para acompanhamento de uma doença progressiva ⁽²⁾.

Nos últimos anos, tem-se aplicado a análise acústica e fisiológica em pacientes com doenças neurológicas ⁽³⁾. A análise acústica, sempre complementar à auditiva, auxilia na quantificação dos dados e nas descrições das correlações dos julgamentos perceptivos de inteligibilidade de fala, qualidade vocal e tipo de disartria.

Os principais objetivos da aplicação da análise acústica nas doenças neurológicas são: contribuir para o diagnóstico de diferentes subsistemas neurológicos; documentar degeneração progressiva de uma doença neurológica, além de identificar manifestações subclínicas da mesma ^(4,5,6).

O objetivo desta pesquisa foi descrever clínica e objetivamente a voz nos diferentes tipos de disartrias. Para tanto, foram traçados objetivos mais específicos, listados a seguir:

- . realizar e descrever a análise perceptivo-auditiva da voz (subjetiva) nos diferentes tipos de disartrias;
- . realizar e descrever a análise acústica (objetiva) nas disartrias.

Método

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) sob o protocolo de número 517/04. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

A amostra foi composta por 42 pacientes disártricos, que se encontram em lista de espera para o atendimento no Ambulatório dos Distúrbios de Fala e Linguagem Adquiridos do Departamento de Fonoaudiologia da Unifesp. Todos os pacientes apresentam diagnóstico neurológico etiológico definido, com idade variando de 16 a 80 anos. A

amostra foi composta por pacientes do sexo masculino (n = 21) e feminino (n = 21).

Esta amostra foi caracterizada segundo a classificação de Griffiths e Bough ⁽⁷⁾ que definem as doenças neurológicas de acordo com o nível anatômico afetado. Dentre os transtornos do neurônio motor superior, a amostra foi composta por seis pacientes com disartria espástica (14,3% da amostra), um paciente com disartria mista (2,3 - ELA) e cinco pacientes com disartria do neurônio motor superior unilateral (NMSU) (11,9%); dentre os transtornos do neurônio motor inferior, oito pacientes com disartria flácida (19%); dentre os transtornos do sistema extrapiramidal, tivemos quatorze pacientes com doença de Parkinson (33,3%); com disartria hiperkinética lenta (distonía) tivemos sete pacientes (16,7%) e um com disartria mista (gravis). Os pacientes com disartria mista representaram apenas 4,8% da amostra. Não houve na amostra, pacientes de transtornos do cerebelo. Percebe-se que os grupos de pacientes não foram homogêneos, mas foram representativos dos encaminhamentos normalmente realizados pelos diferentes setores de neurologia da UNIFESP - EPM para o atendimento fonoaudiológico.

Todos os pacientes foram submetidos à gravação da voz, diretamente no computador por ser o melhor meio de captação da voz para se realizar a análise acústica. Foi utilizado microfone Plantronix - modelo A-20. A gravação foi realizada em ambiente silencioso com um distanciamento boca-microfone de 10 cm, durante a emissão da vogal / é / sustentada em condição habitual, contagem de números (de 1 a 10), repetição da frase "Um homem e uma mulher viram um anjo", depoimento sobre a própria voz e o canto da música "parabéns a você".

Foram realizadas as análises auditiva e acústica.

Para a avaliação perceptivo-auditiva foram analisadas as tarefas de vogal sustentada e contagem de números. Após a coleta dos dados, todas as gravações das vozes dos pacientes foram misturadas para a realização da análise auditiva, contabilizando 42 vozes, sendo que 10% da amostra foram apresentadas novamente à avaliadora para confiabilidade dos dados.

Foram analisados seguintes parâmetros auditivos: tipo de voz, ressonância (equilibrada, hipernasal ou laringo-faríngea), loudness (adequado, diminuído ou aumentado), pitch (adequado, grave ou agudo), ataque vocal (isocrônico, brusco ou sopro) e estabilidade vocal (estável ou instável).

Para a análise acústica foram utilizados Programas GRAM 5.1.7. que permitiu analisar a qualidade vocal e o comportamento dos harmônicos na espectrografia,

e o Programa Vox Metria, da CTS Informática, para a extração das medidas objetivas. Com estes dois programas foram obtidos, além das medidas quantitativas, medidas qualitativas principalmente por meio de hipóteses perceptivas e observações^(8,9,10).

Na análise acústica foi avaliada a vogal / é /.

Na análise acústica qualitativa / avaliações do comportamento dos harmônicos foram analisadas: traçado espectrográfico (estável ou instável), subharmônicos (presentes ou ausentes), harmônicos superiores (presentes ou ausentes), ruído entre os harmônicos (presente ou ausente), definição dos harmônicos (definidos ou mal definidos) e início da emissão (adequado, sem sonoridade ou com espículas).

Na análise acústica quantitativa foram avaliados os seguintes parâmetros: F0 (frequência fundamental) e seus índices de perturbação (*jitter* e *shimmer*) que oferece dados sobre a similaridade dos ciclos glóticos sucessivos e sobre a estabilidade da fonte glótica. A F0 correspondente ao número de ciclos vibratórios nas pregas vocais a cada segundo; o jitter indica a variabilidade da frequência fundamental em curto prazo; shimmer indica a variabilidade da amplitude da onda sonora a curto prazo, é uma medida de estabilidade fonatória; medidas de ruído - *Glottal to Noise Excitation Ratio* (GNE) que é uma medida acústica para calcular o ruído em uma série de pulsos produzidos pela oscilação das pregas vocais. Esse parâmetro é baseado na hipótese que pulsos resultantes da colisão das pregas vocais geram uma excitação síncrona de diferentes faixas de frequência. Por outro lado, o ruído produzido pelas

pregas vocais comprimidas gera excitações não correlacionadas. Um valor próximo a um significa uma excitação do tipo "pulso" (exemplo: uma excitação normal da glote) enquanto valores próximos a zero resultam de uma excitação do tipo ruído (ex: voz sussurrada); Diagrama de desvio fonatório é um Gráfico que demonstra o comportamento vocal, sendo que a posição no eixo horizontal indica as medidas de *jitter* e *shimmer* e a posição no eixo vertical, medidas da quantidade de ruído - GNE. Este parâmetro apresentou as variáveis, diagrama de desvio fonatório normal, alterado no sentido horizontal, alterado no sentido vertical e alterado no sentido horizontal e vertical.

Para obtenção do tempo máximo de fonação (TMF) foi utilizado Cronômetro Radio Shack. Foi extraído o TMF da vogal / é /.

Os dados foram submetidos à análise estatística com os testes: teste Qui-quadrado (X²) (sem a correção de Yates), ou o teste exato de Fisher para comparações de dados categóricos; teste t de Student para diferenças entre médias de dados contínuos e Mann Whitney (U) utilizado para comparação de dados contínuos não paramétricos entre duas amostras. Todas as análises foram calculadas segundo o pacote estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) 11.5.1 para Windows. A probabilidade (p) menor que 0,05 foi considerada para indicar significância estatística.

Resultados

Os resultados são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

TABELA 1. Parâmetros vocais mais presentes nos diferentes tipos de disartria, a partir da análise auditiva.

Tipo de Disartria	Tipo de Voz	Pitch	Loudness	Ressonância	Estabilidade	Ataque Vocal
flácida	rouca / soprosa	H: grave M: agudo	diminuída	lar / far	instável	isocrônico
espástica	rouca / soprosa / tensa	grave	diminuída	hipernasal	instável	isocrônico
hipocinética	soprosa	adequado	adequada	lar / far	instável	isocrônico
hipercinética	tensa-estrangulada	H: grave / ag M: adeq.	adequada	lar / far	instável	isocrônico
nmsu	rouca / soprosa	H: adeq.	diminuída	lar / far	instável	soproso
mista	soprosa (ELA) / tensa-estrangulada (esclerose múltipla)	M: adeq. / grave	adeq. / diminuída	lar / far hipernasal	instável	Isocrônico

NMSU: neurônio motor superior unilateral.

TABELA 2. Análise acústica qualitativa (traçado espectrográfico) nos diferentes tipos de disartria.

Tipo de Disartria	Estabilidade do Traçado	Sub-Harmônicos (Presença)	Harmônicos Superiores (Ausência)	Presença de Ruído entre Harmônicos
flácida	instável	12%	100%	75%
espástica	instável	33%	100%	100%
hipocinética	instável	14%	50%	93%
hipercinética	instável	14%	85%	86%
NMSU	instável	20%	80%	80%
mista	instável	50%	50%	50%

NMSU: neurônio motor superior unilateral.

TABELA 3. Análise acústica quantitativa (dados objetivos) - médias relativas dos parâmetros: frequência fundamental, Jitter, Shimmer, TMF, GNE e desvio fonatório nos diferentes tipos de disartria.

Tipo de Disartria	Fo (Hz)*	Jitter (%)	Shimmer (%)	TMF (Segundos)**	GNE	Desvio Fonatório
flácida	H: 139,17 M: 206,10	0,74	7,63	H: 8 M: 6	0,75	50% normal
espástica	H: 153,79 M: 199,74	0,73	7,85	H: 9 M: 8	0,62	50% normal
hipocinética	H: 138,39 M: 209,03	0,52	6,21	H: 9 M: 8	0,67	64% normal
hipercinética	H: 213,06 M: 206,10	1,39	11,51	H: 7 M: 9	0,64	43% horizontal
NMSU	H: 165,48 M: -	0,17	7,44	H: 9 M: -	0,62	60% normal
mista	H: - M: 195,57	0,23	5,55	H: - M: 4	0,59	50% normal

NMSU: neurônio motor superior unilateral.

* Não existiram diferenças estatisticamente significantes entre as médias da f0 nos diferentes sexos, em relação aos tipos de disartria: flácida - p = 0,033; espástica - p = 0,161; hipocinética - p = 0,016; hipercinética - p = 0,692.

** Não existiram diferenças estatisticamente significantes entre as médias do tempo máximo de fonação nos diferentes sexos, em relação aos tipos de disartria: flácida - p = 0,567; espástica - p = 0,927; hipocinética - p = 0,502; hipercinética - p = 0,679.

Discussão

A análise acústica computadorizada foi a base de investigação deste estudo.

A maioria da amostra foi composta por disartria hipocinética (33,3%). Estima-se que 89% dos pacientes com Doença de Parkinson experimentarão alterações vocais com a progressão da doença⁽¹¹⁾. Neste estudo pôde-se observar que os pacientes que se encontrava em lista de espera já apresentavam alterações de voz e fala instaladas. A disartria na doença de Parkinson pode ser caracterizada por monotonia de *pitch* e *loudness*,

redução no *stress* das palavras, imprecisão de consoantes e voz rouco-soprosa⁽¹²⁾. No Brasil, pacientes com Parkinson foram submetidos à avaliação da voz, pré e pós-cirurgia, por meio da análise acústica⁽¹³⁾.

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise auditiva. Em relação às características perceptivas da voz nos diferentes tipos de disartria, os achados se aproximam aos referidos na literatura^(14,15).

Na disartria hipocinética, encontra-se *loudness* diminuída⁽¹⁶⁾. Nesta pesquisa, a *loudness* mais

encontrada neste tipo de disartria foi a adequada. Além disso, o tipo de voz mais presente nas disartrias foi a voz rouca e soprada, e muitas vezes essas duas combinações, voz rouco-soprada. Ainda em relação à análise auditiva, pode-se observar instabilidade da emissão nas vozes dos pacientes disártricos. Este dado pôde ser evidenciado por meio do traçado espectrográfico instável (acústica), fato que se deve possivelmente à fraqueza, lentidão ou incoordenação da musculatura laríngea que pode ser percebida através da voz, presentes nas disfonias neurológicas.

Os tipos de ressonância mais encontrados nas disartrias foram hipernasal, no caso das disartrias espástica e mista; e laringo-faríngea, nos demais tipos de disartria. Os pacientes com problemas neurológicos apresentam dificuldade em equilibrar a ressonância, por exemplo, por mau funcionamento velar. De fato, a hipernasalidade é perceptualmente evidente em alguns falantes hipocinéticos⁽¹⁷⁾ e, em grupos de pacientes disártricos evidenciou-se que a ressonância hipernasal é frequentemente a mais encontrada⁽¹⁸⁾.

Em relação às medidas qualitativas da análise acústica, apresentadas na Tabela 2, observou-se que o traçado espectrográfico em todos os tipos de disartria apresentou-se instável, em sua maioria há pouca presença de subharmônicos, sendo mais presentes na disartria hipercinética (33%). Os subharmônicos correspondem a pequenos picos localizados entre dois harmônicos consecutivos no espectrograma. Sabemos que a voz rouca pode ser caracterizada não apenas por jitter e shimmer alterados, mas também pela presença de subharmônicos no espectrograma⁽¹⁹⁾. Além disso, a presença de rouquidão e sopro realçam a presença do ruído no espectrograma.

Quanto às variáveis acústicas quantitativas apresentadas na Tabela 3, observou-se que o tempo máximo de fonação em todas as disartrias apresentou-se diminuído. Não existiram diferenças estatisticamente significante entre as médias do tempo máximo de fonação nos diferentes sexos, em relação aos tipos de disartria (flácida - $p = 0,033$;

espástica - $p = 0,161$; hipocinética - $p = 0,016$ e hipercinética - $p = 0,692$). Em relação às medidas quantitativas, não houve diferença estatisticamente significante da frequência fundamental entre os sexos nas diferentes disartrias. Sabemos que a análise acústica do *pitch* e do *loudness* ilustram aspectos das alterações vocais que são dificilmente detectadas pelo ouvido humano⁽²⁰⁾, sendo assim, nesta pesquisa observou-se que o correlato acústico do pitch, ou seja as médias de frequência fundamental mostraram-se semelhantes entre os sexos nos diferentes tipos de disartria. No entanto, quando se trata da F0 mínima e máxima, observa-se que há uma disparidade muito grande, fato que se deve provavelmente por se tratar de um grupo muito heterogêneo e de características vocais diversas em relação aos diferentes graus e tipos de disartria.

Quanto às variáveis ciclo-a-ciclo, tais como *jitter* e *shimmer*, observou-se que em todos os tipos de disartria elas se mostraram aumentadas⁽⁴⁾. Sabe-se que tais medidas podem estar aumentadas nas disfonias neurológicas, pois relatam a regularidade de vibração das pregas vocais, possivelmente reflexo da redução do controle neuromuscular do mecanismo laríngeo adutor e abductor. Ainda, a rouquidão pode refletir nas medidas acústicas de Jitter, como reflexo da assimetria de hipotonia laríngea conduzindo a diferenças entre a tensão das pregas vocais ou vibração de massa, com subsequente oscilação irregular de pregas vocais.

Analisando-se os dados da análise perceptual auditiva e acústica nas disartrias pudemos evidenciar como as duas análises, realizadas conjuntamente, contribuem para o diagnóstico clínico das disartrias.

Conclusão

A partir da análise auditiva e acústica nos diferentes tipos de disartria pôde-se concluir que a análise acústica, embora complementar à auditiva, revela dados interessantes quanto à multiplicidade de qualidades vocais nas disfonias neurológicas.

Referências Bibliográficas

1. Darley F, Aronson AE, Brown Jr. Differential diagnostic patterns of dysarthria. *J Speech Hear Res.* 1969; 12: 246-69.
2. Abberton E. Phonetic considerations in the design of voice assessment material. *Logoped phoniatr Vocol.* 2005; 30 (4): 175-80.
3. Sun W, Liu H, Wan X, Cong Z, Yang H, Sun Y. The study of phonatory function in myasthenia gravis patients. *J. Voice.* 2005;30(15):685-7.
4. Amir O, Dukas M, Shnaps-Baum R. The effect of a voice course on the voices of people with and without pathologies: preliminary observations. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2005;30(2):63-71.
5. Deliyski DD, Evans MK, Shaw, HS. Influence of data acquisition environment on accuracy of acoustic voice quality measurements. *J. Voice.* 2005;19(2):176-86.
6. Urban PP, Rolke R, Wicht S, Keilmann A, Stoeter P, Hopf HC, Dieterich M. Left-hemispheric dominance for articulation: a prospective study on acute ischaemic dysarthria at different localizations. *Brain.* 2006;129(3):767-77.
7. Griffiths C, Bough D. Neurologic Diseases and their on voice. *J. Voice.* 2005;3(2):148-56.
8. Eadie TL, Doyle PC. Classification of dysphonic voice: acoustic and auditory-perceptual measures. *J. Voice.* 2005;19(1):11-4.
9. Putzer M, Wokurek W. Multiparametric description of voice quality for normal male and female voices base don acoustic analyses. *Laryngorhinootologie.* 2006;85(2):105-12.
10. Awan SN, Roy N. Acoustic prediction of voice type in women with functional dysphonia. *J. Voice.* 2005;19(2):268-82.
11. Azevedo RR, Cardoso F, Reis C. Análise acústica da prosódia em mulheres com doença de Parkinson. *Arq Neuropsiquiatr.* 2003;61(4):999-1003.
12. Pinto S, Ozsancak C, Tripoliti E, Thobois S, Limousin-Dowsey P, Auzou P. Treatments for dysarthria in Parkinson's disease. *Lancet Neurol.* 2004;3(9):547-56.
13. Mourão LF, Aguiar PM, Ferraz FA, Behlau, MS, Ferraz HB. Acoustic voice assessment in Parkinson's disease patients submitted to posteroventral pallidotomy. *Arq Neuropsiquiatr.* 2005;63(1):20-5.
14. Medeiros ME. Disatrofonia: uma visão fonoaudiológica. *Fonoaudiologia Brasil,* 1999;2:27-37.
15. Kent RD, Kim YJ. Toward an acoustic typology of motor speech disorders. *Clin Linguist Phon.* 2003;17(6):427-45.
16. Dromey C. Spectral Measures and Perceptual ratings of hypokinetic dysarthria. *J. Med Speech-Lang Pathol.* 2003;11:85.
17. Hoodin RB, Gilbert HR. Parkinson dysarthria: an aerodynamic and perceptual description of velopharyngeal closure for speech. *Folia Phoniatr, Logop.* 1989;41:249.
18. Miranda CS, Soares ECS, Ortiz KZ Eficácia do processo terapêutico fonoaudiológico em grupo para dislalia. *Fono Atual.* 2005;32:32-9.
19. Omori K, Hisayoshi K, Kakani R, Slavik DH, Blaugrund SM. Acoustic characteristics of rough voice subharmonics. *J. Voice.* 1997;1:40-7.
20. Samuel C, Louis-Dreyfus A, Couillet J, Roubeau B, Bakchine S, Azouvi A. Dysprosody after severe closed head injury: an acoustic analysis. *J Neurosurg Psychiatry.* 1998;64:482-5.