

Reconhecimento automático de Distonia Laríngea com base na sustentação do Pitch

Automatic Laryngeal Dystonia recognition based on Pitch sustainment

Reconocimiento automático de distonía laríngea basado en el apoyo de la Pitch

Ernesto Yuiti Saito¹, Gleidy Vannesa Espitia Rojas², Lílian Neto Aguiar Ricz³, Sylvio Barbon Junior⁴

RESUMO

Descritores: Sistemas de computação; Distonia; Aplicação de informática médica

Objetivos: Desenvolver uma ferramenta automatizada para reconhecimento dos segmentos sem presença de voz durante a fonação do paciente com base na sustentação do Pitch. **Método:** Os procedimentos para construção e verificação da técnica são a aquisição da voz, janelamento, aplicação da Transformada Discreta de Fourier, detecção do Pitch e a verificação do Pitch. **Resultados:** Com a análise das 101 vozes, a ferramenta diagnosticou 56 vozes com Distonia Laríngea e 45 como saudáveis. Já o especialista diagnosticou 53 vozes com Distonia Laríngea e 48 como vozes saudáveis. **Conclusão:** Os resultados demonstraram que o diagnóstico realizado pela ferramenta e pelo especialista são equivalentes e, portanto, a proposta de utilizar a sustentação do Pitch como métrica para reconhecimento da patologia mostrou-se eficiente.

ABSTRACT

Keywords: Computer systems; Dystonia; Medical informatics applications

Objectives: Develop an automated tool for recognition of segments without the presence of voice during phonation of the patient based on Pitch sustainment. **Method:** The procedures for construction and verification of the technique are the acquisition of voice, windowing, application of Discrete Fourier Transform, the Pitch detection and verification of Pitch. **Results:** With the analysis of 101 voices, the tool diagnosed 56 voices with laryngeal dystonia and 45 as healthy. Already the specialist diagnosed 53 voices with laryngeal dystonia and 48 voices as healthy. **Conclusion:** The results showed that the diagnosis made by the tool and specialist is equivalent and therefore the proposed use of the Pitch sustainment as a measure for the recognition of the pathology was effective.

RESUMEN

Descriptores: Sistemas de computación; Distonía; Aplicaciones de informática médica

Objetivos: Desarrollar una herramienta automatizada para el reconocimiento de segmentos sin la presencia de la voz durante la fonación basado en el apoyo de la Pitch. **Método:** Los procedimientos para la construcción y la verificación de la técnica son la adquisición de la voz, de ventanas, la aplicación de la Transformada Discreta de Fourier, la detección de tono y la verificación de Pitch. **Resultados:** Con el análisis de 101 voces, la herramienta ha diagnosticado 56 voces con distonía laríngea y 45 lo más saludable. Ya el especialista diagnostica 53 voces con distonía laríngea y 48 voces tan saludables. **Conclusión:** Los resultados mostraron que el diagnóstico realizado por la herramienta y por el especialista son equivalentes y por lo tanto el uso propuesto de la Pitch apoyo como una métrica para el reconocimiento de la patología fue eficiente.

¹ Mestrando em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina (PR), Brasil.

² Mestre em Oftalmologia e Otorrinolaringologia pela Universidade de São Paulo – USP, Ribeirão Preto (SP), Brasil

³ Professora Doutora na Universidade de São Paulo – USP, Ribeirão Preto (SP), Brasil.

⁴ Professor Doutor Adjunto na Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina (PR), Brasil.

INTRODUÇÃO

Considerando um grupo de doenças caracterizadas por espasmos involuntários nos músculos, a Distonia Laríngea acomete sobre um órgão do sistema fonador e compromete a vocalização normal do paciente⁽¹⁾. Também chamada como disфонia espasmódica, a doença pode ser classificada como idiopática, quando sua causa não pode ser identificada, ou como secundária ou sintomática em caso de identificação de sua causa.

Neste trabalho os pacientes observados foram diagnosticados com a distonia sintomática, que comumente está associada a doenças neurológicas como Huntington ou Wilson⁽¹⁻²⁾.

Normalmente as distonias focais, como é o caso da distonia laríngea, estão limitadas a uma parte do corpo, neste caso alterando a voz do paciente e este fato deve-se aos espasmos involuntários das pregas vocais, laringe e faringe do paciente.

No tocante as modificações fisiológicas na contração muscular na região da laringe têm-se duas formas de atuação, distonia adutora e distonia abduutora⁽³⁾. A primeira, adutora, é causada por adução irregular e em excesso das cordas vocais. A segunda, abduutora, tem como principal característica a contração dos músculos cricoaritenóides posteriores durante a fonação.

A voz emitida pelos pacientes tem como característica a diminuição da fluidez da voz tornando-a mais sopro com a demanda de um esforço exagerado para a emissão da mesma, o que causa a redução da altura e dificuldade de compreensão⁽³⁻⁴⁾.

Uma das principais características da voz de um paciente diagnosticado com distonia laríngea são os segmentos afônicos. Essa característica motivou o desenvolvimento deste trabalho, onde o objetivo de identificação automática desta patologia utilizou o reconhecimento automatizado dos segmentos sem presença de voz durante a fonação do paciente.

O reconhecimento é possível, pois qualquer alteração da laringe é refletida no processo de perturbação do ar para gerar a voz, como consequência o sinal gerado carrega a alteração na sua formação. Sendo assim, as técnicas de processamento digital de sinais, vinculadas aos estudos sobre a estrutura do sinal da voz, podem propiciar a caracterização de anomalias no sinal, que após a fase de classificação podem ser tratadas como patologias.

Tratando das características que podem ser extraídas da voz digitalizada, pode-se relacionar: Jitter, Shimmer, Noise to Harmonic Ratio, Soft Phonation Index, Relative Amplitude Perturbation Quotient, Relative Average Perturbation e Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)⁽⁵⁻⁸⁾. Para este trabalho foi realizada uma avaliação considerando o período de Pitch, verificando a variação do valor do mesmo durante a sustentação da vogal /a/ pelo paciente.

Considerando as quebras na voz causada pela patologia, a proposta de utilizar o Pitch, Frequência Fundamental da Fala (Speaking Fundamental Frequency – SFF), é justamente caracterizar as quebras como ausência de fala durante a fonação pelo paciente⁽⁹⁾.

O Pitch é a medida em frequência atribuída à sensação acústica da voz⁽¹⁰⁾, ou seja, ele tem a propriedade de quantificar a frequência de voz, no caso deste trabalho quando o Pitch apontar valores indevidos, representados como 0, o segmento afônico será confirmado, acusando presença de distonia.

A literatura apresenta outros trabalhos envolvendo a classificação da distonia laríngea, como o trabalho de 2010 que apresenta um estudo sobre a utilização de técnicas de computação, mais especificamente de Inteligência Artificial, baseadas em aprendizado de máquina para reconhecer vozes normais, acometidas por disфонia espasmódica de adução e disфонia de tensão muscular⁽¹¹⁾. O assunto foi discutido no trabalho brasileiro em 2006 que destacava a dificuldade diagnóstica das afecções e a necessidade de estudos que forneçam a sólida avaliação e um protocolo adequado para a abordagem⁽¹²⁾.

Em 2005, o trabalho apresentou a proposta de um modelo que resultou em uma melhor descrição sobre a largura de banda e características da modulação da amplitude promovendo informações e análises complementares sobre a origem da voz⁽¹³⁾. Esse trabalho descreveu o uso de técnicas de análise em frequência que propiciaram a detecção automática da disфонia. O melhor resultado apresentado utilizou uma abordagem com os MFCCs e uma discussão breve sobre o uso do Pitch, sendo o último o objeto de estudo deste trabalho.

Outros trabalhos destacam intervalos de frequências para filtragem e outras características no domínio espectral que auxiliam na detecção das modificações em frequência na voz acometida pela distonia laríngea⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

Sendo a análise em frequência o foco dos trabalhos na área do reconhecimento da distonia laríngea, este trabalho utilizou o Pitch como uma métrica para reconhecimento da patologia, sendo esta uma abordagem menos complexa do que as apresentadas nos trabalhos citados, computacionalmente analisando. Outro fator relevante é a memória consumida, um sinal de voz com qualidade para diagnóstico com taxa de amostragem de 44khz, 16bits por amostra em formato Pulso Code Modulation (PCM) com alguns segundos, em memória pode ocupar milhões de bytes. A busca por economia de recursos tem origem na necessidade de abordagens com menos complexidade para que seja possível a execução de algoritmos de reconhecimento em ambientes com menos poder de processamento, como tablets e outros aparelhos portáteis.

Uma observação importante é que a proposta não visa substituir o especialista, pelo contrário. A abordagem visa funcionar como uma ferramenta de pré-diagnóstico e contribuir como apoio na decisão médica, ou uma segunda opinião ou um complemento do diagnóstico do especialista. A proposta tange o pré-diagnóstico e o estímulo a consulta regular ao especialista no diagnóstico de patologias no sistema fonador.

MÉTODOS

Para o desenvolvimento da técnica foi utilizada a validação sobre os resultados do diagnóstico por

especialistas, dois fonoaudiólogos especialistas, com média de 10 anos de experiência clínica em análise vocal, do Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço do Hospital de Medicina de Ribeirão Preto. A implementação seguiu modelos conhecidos na área de Processamento Digital de Sinais (PDS) e tratamento de sinais vocálicos presentes na literatura⁽¹⁷⁾.

A maioria dos trabalhos estudados utiliza como sinal para aquisição de voz a vogal /a/ independentemente do idioma do locutor, sendo este considerado como o melhor som vocálico para extração e medição de parâmetros da voz⁽¹⁸⁾. Este trabalho usou a vogal citada para aquisição, o processo de amostragem foi realizado no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) da Universidade de São Paulo (USP), pelo Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço.

A utilização das vozes foram aprovadas pela Comissão de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), Processo HCRP no 8339/2013.

Foram analisados 101 indivíduos, sendo 53 diagnosticados como portadores de distonia laríngea e 48 com vozes saudáveis. As amostras compreenderam indivíduos do gênero masculino e feminino, adultos, todos fonoaudiologicamente avaliados.

O procedimento para construção e verificação da técnica ocorreu como na Figura 1, os processos incluem Aquisição de Voz, Janelamento, aplicação da Transformada Discreta de Fourier (TDF), Detecção do Pitch e Verificação do Pitch. Esse procedimento foi implementado na linguagem de programação Java para tornar-se um mecanismo automatizado. Ao final do procedimento o resultado obtido era confrontado com a avaliação do especialista para validação da técnica.

O primeiro procedimento, Aquisição de Voz, foi a operação de digitalização e gravação da voz do paciente. Os sinais foram armazenados seguindo o padrão ao wave PCM amostrando as vozes a 22050Hz, 16 bits, mono-canal. Para a gravação foi utilizado um microfone LeSon SM58, com características de banda larga unidirecional e

controle dinâmico de ganho. Cada voz amostrada armazenou a sustentação de no máximo 4 segundos, em níveis confortáveis de potência, conforme um diálogo natural.

A operação de Janelamento foi realizada visando avaliar a sustentação do Pitch em um mesmo nível durante todo o período de fonação. Caso alguma janela apresentasse valores para o Pitch diferente do normal, tal janela seria preservada para posterior reavaliação. Desta forma, o Pitch não é extraído de todo o sinal amostrado, mas sim de cada janela. Cada janela tem o comprimento de 512 amostras, representando 11.6 ms a 44100 amostras/s. Um experimento com taxa semelhante foi apresentado no trabalho de Coleman⁽¹⁷⁾, no entanto com janelas de 10 ms e 16000 amostras/s.

Na etapa seguinte ao Janelamento foi encontrado o espectro de frequência de cada janela por meio da Transformada Discreta de Fourier, com o auxílio da fórmula de Euler pode ser expressa conforme Equação 1.

$$F(x) = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^{n-1} f(x) \cos\left(\frac{2\pi xt}{n}\right) - j \operatorname{sen}\left(\frac{2\pi xt}{n}\right)$$

Equação 1

Após o processamento do sinal por meio da TDF, o sinal resultante está no domínio da frequência, tal domínio possibilitou a execução da etapa de Detecção do Pitch. Nesta etapa foi realizado o procedimento de cálculo do valor do Pitch do sinal obtido pela TDF, para encontrar o valor do Pitch, foi realizada uma busca pela frequência fundamental (f_0), ou seja, o pico em frequência no intervalo atribuído a voz humana entre 100 e 250Hz^(5,10,17,19).

Os valores encontrados para o Pitch foram armazenados para todas as janelas avaliadas na locução de cada indivíduo. Após este procedimento a etapa nomeada como Verificação do Pitch foi realizada.

A etapa de Verificação do Pitch visou quantificar a ausência da detecção de um valor válido para o Pitch, entende-se como um valor válido aquele que está entre o intervalo definido pela literatura. Assim, esta etapa verificava

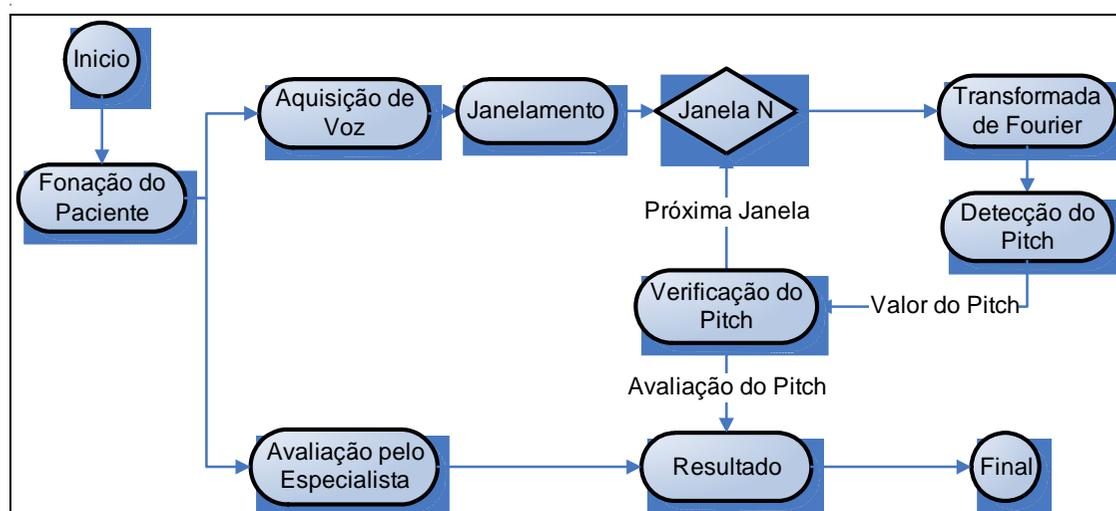


Figura 1 - Procedimentos realizados no desenvolvimento da metodologia.

a quantidade de janelas que não apresentavam Pitch.

Ao final dos procedimentos, os resultados obtidos foram confrontados com a avaliação do especialista e esta ação foi realizada para validar a proposta de sustentação do Pitch e sua associação com a Distonia Laríngea.

O Teste de McNemar foi utilizado para verificar a validade estatística do confronto do diagnóstico realizada pela ferramenta e pelo especialista. O teste consiste em se rejeitar o H_0 (a hipótese a ser testada é usualmente chamada de hipótese nula [H_0]) quando:

$$X^2_{McN} = \frac{(|r-s| - 1)^2}{r+s} > X^2_{1,1-\alpha}$$

Equação 2

onde $X^2_{1,1-\alpha}$ é o percentil de ordem $1-\alpha$ da distribuição qui-quadrado com 1 grau de liberdade.

No Teste de McNemar⁽²⁰⁾, os dados a serem analisados no processo de comparação podem ser resumidos no formato da Tabela 1. A nomenclatura sucesso e fracasso é utilizada para a ocorrência ou não do evento de interesse.

Tabela 1 - Apresentação de dados obtidos em uma classificação de dados pareados.

Controle	Tratamento		Total
	Sucesso	Fracasso	
Sucesso	<i>k</i>	<i>r</i>	<i>m1</i>
Fracasso	<i>s</i>	<i>l</i>	<i>m2</i>
Total	<i>m1</i>	<i>m2</i>	<i>N</i>

Esta seção abordou a metodologia utilizada para o desenvolvimento da técnica proposta. Para a criação do mecanismo automatizado para o apoio ao diagnóstico utilizou-se o mesmo fluxo de operações comentadas, com exceção de que o resultado não é confrontado com o diagnóstico do especialista. Na solução automatizada, a etapa Resultado indica a presença da patologia com base na sustentação irregular do valor do Pitch.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise das 101 vozes pela ferramenta automatizada, em 56 vozes foram encontradas o Pitch com valor inválido, ou seja, valor que não está entre intervalo correspondente a voz humana. Em 45 amostras não houve valores inválidos do Pitch. O diagnóstico realizado pela ferramenta é demonstrado na Tabela 3 do Apêndice. Além do diagnóstico, também é mostrada a Verificação do Pitch, que é a etapa de avaliação da quantidade de janelas que não apresentam o Pitch. Para cada voz analisada foram realizados 100 janelamentos com 512 elementos, pois janelas menores tornam a operação inconclusiva.

Para comprovar a eficiência da ferramenta, o diagnóstico realizado pela ferramenta foi confrontado com a avaliação de um especialista. Das 101 amostras examinadas por especialistas, 53 foram diagnosticadas como portadores de Distonia Laríngea e 48 com vozes

saudáveis. Este diagnóstico é demonstrado na Tabela 3 do Apêndice.

Dessa comparação, apenas 9 amostras apresentaram resultados distintos entre a solução e os especialistas, como observados nas vozes Voz 2, Voz 4, Voz 14, Voz 58, Voz 60, Voz 69, Voz 79, Voz 80 e Voz 92 da Tabela 3. Desta forma, uma nova questão foi levantada: a ferramenta e o especialista diferem no critério de decisão para diagnosticar um indivíduo como portador de Distonia Laríngea ou com voz saudável?

Como a situação trata de dados pareados e resposta dicotômica foi utilizado o Teste de McNemar⁽²⁰⁾ para verificar sua validade estatística. O resultado da avaliação está disponível na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados dos diagnósticos pela ferramenta automatizada e pelo especialista.

Diagnóstico da Ferramenta	Diagnóstico do Especialista (Padrão Ouro)		Total
	Saudável	Distonia Laríngea	
Saudável	42	3	45
Distonia Laríngea	6	50	56
Total	48	53	101

Dessa forma, conforme a Equação 2 e a Tabela 2, temos que:

- H_0 : Não há diferença no critério de decisão
- H_1 : Há diferença no critério de decisão

$$X^2_{McN} = \frac{(|r-s| - 1)^2}{r+s} = \frac{(|3-6| - 1)^2}{3+6} = \frac{4}{9} = 0,44$$

Como valor é menor que 3,84 - valor obtido da distribuição do χ^2 para um nível de significância de 0,05 - com uma confiança de 95% podemos afirmar que não há diferença no critério de decisão, ou seja, o diagnóstico são equivalentes entre eles.

Portanto, a proposta deste trabalho em utilizar a sustentação do Pitch como métrica para reconhecimento da patologia demonstrou-se eficiente para realizar o pré-diagnóstico e auxiliar na decisão médica.

Diversos autores trabalham na investigação e no diagnóstico de patologias que prejudicam a formação da voz^(14,21-22). Fraile et al⁽¹⁴⁾ discute o uso da sustentação de uma vogal ou vocalização corrida (Running Speech) para o diagnóstico de vozes disfônicas, a abordagem neste trabalho é a sustentação de uma vogal. Benavides et al no seu trabalho⁽²¹⁾ e Muhammad et al em seu artigo⁽²²⁾ discutem técnicas automáticas para o diagnóstico com base em características da voz e a aplicação dos resultados como uma ferramenta de apoio a decisão médica, que também é aplicável aos resultados obtidos nos experimentos deste trabalho.

CONCLUSÃO

A Distonia Laríngea é um grupo de doenças caracterizadas por espasmos involuntários nos músculos que acomete sobre o órgão do sistema fonador e compromete a vocalização normal do paciente, sendo

que as principais características dessa doença são os segmentos afônicos. Essa característica motivou o desenvolvimento do trabalho, no qual o objetivo foi identificar de forma automatizada esta patologia utilizando o reconhecimento dos segmentos sem presença de voz durante a fonação do paciente.

Este reconhecimento foi possível, pois qualquer alteração da laringe é refletida no processo de perturbação do ar para gerar a voz, como consequência o sinal gerado carrega a alteração na sua formação. Dessa forma, o Pitch, Frequência Fundamental da Fala, foi utilizado justamente para identificar a ausência de fala durante a fonação pelo paciente.

O reconhecimento da Distonia Laríngea utilizando o Pitch como uma métrica para reconhecimento da

patologia é uma abordagem computacionalmente menos complexa e com gasto de pouca memória. Desta forma, esta ferramenta pode ser utilizada em equipamentos com pouco poder de processamento, como smartphones, tablets e outros aparelhos portáteis.

Esta proposta visa funcionar como uma ferramenta de pré-diagnóstico e contribuir como apoio a decisão médica, ou uma segunda opinião ou um complemento do diagnóstico do especialista.

Além disso, espera-se que com a proposta deste trabalho de utilizar a sustentação do Pitch agregada a outra técnica seja possível realizar o pré-diagnóstico não apenas da Distonia Laríngea, mas também de identificar as principais Disfonias, como Edema de Reinke, Leucoplasia, Papiloma, Presbifonia, entre outros.

REFERÊNCIAS

- Jankovic J, Fahn S. Dystonic disorders. In: Jankovic, E Tolosa (eds). *Parkinson's Disease and movement disorders*. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1993.
- Tolosa ES, Martí MJ. Adult-onset idiopathic torsion dystonias. In: Watts RL, Koller WC (eds). *Movement disorders: neurologic principles and practice*. New York: McGraw-Hill; 1997. p.429-41.
- Blitzer A, Brin MF, Fahn S, Lovelace RE. Clinical and laboratory characteristics of focal laryngeal dystonia: study of 110 cases. *Laryngoscope*. 1988;98(6 Pt1):636-40.
- Rosenfield DB. Spasmodic dysphonia. *Adv Neurol*. 1988;49:317-28.
- Barbon Jr S. Identificação de patologias na laringe com base na Discriminative Paraconsistent Machine (DPM) [Tese]. São Carlos (SP): Universidade de São Paulo. Instituto de Física; 2011.
- Wang J, Jo C. Vocal folds disorder detection using pattern recognition methods. In: *Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS*; 2007 Aug 23-6; Lyon, France.
- Schoentgen J, Guchteneere R. Time series analysis of Jitter. *J Phonetics*. 1995;23(1-2):189-201.
- Deller JR, Proakis J, Hansem JHL. *Discrete-time processing of speech signals*. New York: MacMillan Publishing Co; 1993.
- Blitzer A. Spasmodic dysphonia: focal laryngeal dystonia. In: Kompolti K, Metman LV (Eds). *Encyclopedia of movement disorders*. Oxford: Academic Press; 2010.
- Roy N, Hendaro H. Revisiting the pitch controversy: changes in speaking fundamental frequency (SFF) after management of functional dysphonia. *J Voice*. 2005;19(4):582-91.
- Schlotthauer G, Torres ME, Jackson-Menaldi MC. A pattern recognition approach to spasmodic dysphonia and muscle tension dysphonia automatic classification. *J Voice*. 2010;24(3):346-53.
- Imamura R, Tsuji DH. Disfonia espasmódica de adução, tremor vocal e disfonia de tensão muscular: é possível fazer o diagnóstico diferencial? *Rev. Bras. Otorrinolaringol*. 2006;72(4):434.
- Malyska N, Quatieri TF, Sturim D. Automatic dysphonia recognition using biologically-inspired amplitude-modulation features, acoustics, speech, and signal. In: *Proceedings of the (ICASSP '05). IEEE International Conference on; 2005 Mar 18-23; Philadelphia, Pennsylvania, USA*. 2005. p.873-6.
- Fraile R, Godino-Llorente JI, Sáenz-Lechón N, Osma-Ruiz V, Gutiérrez-Arriola JM. Characterization of dysphonic voices by means of a filterbank-based spectral analysis: sustained vowels and running speech. *J Voice*. 2013;27(1):11-23.
- Muhammad G, Mesallam TA, Malki KH, Farahat M, Alsulaiman M, Bukhari M. Formant analysis in dysphonic patients and automatic Arabic digit speech recognition. *Biomed Eng Online*. 2011;10:41.
- Naranjo NV, Lara EM, Rodriguez IM, Garcia GC. High-frequency components of normal and dysphonic voices. *J Voice*. 1994;8(2):157-62.
- Coleman J. *Introducing speech and language processing*. Cambridge: Cambridge University Press; 2005.
- Rosa M, Pereira JC, Grellet M. Adaptive estimation of residue signal for voice pathology diagnosis. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2000;47(1):96-104.
- Teles VC, Rosinha ACU. Acoustic analysis of formants and measures of the sonorous signal disturbance in non-smoker and non-alcoholic women without vocal complaints. *Int. Arch. Otorhinolaryngol*. 2008;12(4):523-30.
- Soares JF, Siqueira AL. *Introdução a estatística médica*. Belo Horizonte: Coopmed; 1999.
- Benavides AM, Pozo RF, Toledano DT, Murillo JLB, Gonzalo EL, Gómez LH. Analysis of voice features related to obstructive sleep apnoea and their application in diagnosis support. *Comput Speech Lang*. 2014;28(3):434-52.
- Muhammad G, Mesallam TA, Malki KH, Farahat M, Mahmood A, Alsulaiman M. Multidirectional regression (mdr)-based features for automatic voice disorder detection. *J Voice*. 2012;26(6):19-27.

APÊNDICE 1

Tabela 3 - Diagnóstico realizado pela ferramenta automatizada e pelo especialista sobre as 101 vozes.

Voz	Diagnóstico realizado pela Ferramenta		Diagnóstico realizado pelo Especialista
	Quantidade de Zeros (Pitch inválido)	Classificação	Classificação
Voz 1	11	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 2	0	Saudável	Distonia Laríngea
Voz 3	1	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 4	0	Saudável	Distonia Laríngea
Voz 5	3	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 6	8	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 7	5	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 8	4	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 9	8	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 10	3	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 11	1	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 12	31	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 13	17	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 14	0	Saudável	Distonia Laríngea
Voz 15	16	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 16	16	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 17	7	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 18	12	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 19	10	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 20	9	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 21	9	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 22	5	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 23	1	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 24	5	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 25	6	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 26	13	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 27	11	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 28	15	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 29	15	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 30	18	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 31	17	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 32	18	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 33	13	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 34	15	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 35	13	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 36	8	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 37	8	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 38	4	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 39	4	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 40	2	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 41	7	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 42	1	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 43	3	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 44	7	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 45	9	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 46	15	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 47	15	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 48	13	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 49	15	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 50	23	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 51	14	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 52	7	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 53	22	Distonia Laríngea	Distonia Laríngea
Voz 54	0	Saudável	Saudável
Voz 55	0	Saudável	Saudável
Voz 56	0	Saudável	Saudável

Voz 57	0	Saudável	Saudável
Voz 58	1	Distonia Laríngea	Saudável
Voz 59	0	Saudável	Saudável
Voz 60	1	Distonia Laríngea	Saudável
Voz 61	0	Saudável	Saudável
Voz 62	0	Saudável	Saudável
Voz 63	0	Saudável	Saudável
Voz 64	0	Saudável	Saudável
Voz 65	0	Saudável	Saudável
Voz 66	0	Saudável	Saudável
Voz 67	0	Saudável	Saudável
Voz 68	0	Saudável	Saudável
Voz 69	1	Distonia Laríngea	Saudável
Voz 70	0	Saudável	Saudável
Voz 71	0	Saudável	Saudável
Voz 72	0	Saudável	Saudável
Voz 73	0	Saudável	Saudável
Voz 74	0	Saudável	Saudável
Voz 75	0	Saudável	Saudável
Voz 76	0	Saudável	Saudável
Voz 77	0	Saudável	Saudável
Voz 78	0	Saudável	Saudável
Voz 79	2	Distonia Laríngea	Saudável
Voz 80	1	Distonia Laríngea	Saudável
Voz 81	0	Saudável	Saudável
Voz 82	0	Saudável	Saudável
Voz 83	0	Saudável	Saudável
Voz 84	0	Saudável	Saudável
Voz 85	0	Saudável	Saudável
Voz 86	0	Saudável	Saudável
Voz 87	0	Saudável	Saudável
Voz 88	0	Saudável	Saudável
Voz 89	0	Saudável	Saudável
Voz 90	0	Saudável	Saudável
Voz 91	0	Saudável	Saudável
Voz 92	1	Distonia Laríngea	Saudável
Voz 93	0	Saudável	Saudável
Voz 94	0	Saudável	Saudável
Voz 95	0	Saudável	Saudável
Voz 96	0	Saudável	Saudável
Voz 97	0	Saudável	Saudável
Voz 98	0	Saudável	Saudável
Voz 99	0	Saudável	Saudável
Voz 100	0	Saudável	Saudável
Voz 101	0	Saudável	Saudável