Uma Nova Metodologia para Análise do Diagnóstico em Exames de Espirometria com a Aplicação das Wavelets

[1]Rodrgigo Galussi Garcia Piva e [2]Aldo Artur Belardi

[12] Departamento de Engenharia Elétrica
Centro Universitário da FEI, São Bernardo do Campo, São Paulo, 09850-901, Brasil
belardi@fei.edu.br e rodrigo@repengenharia.com.br

Resumo – Este artigo tem como objetivo apresentar uma nova metodologia que poderá ser empregado nos exames de espirometria. A nova proposta foi obtida através de um conjunto de exames, nos quais foram aplicados a wavelet de Meyer que permite através da análise estatística dos dados dos exames, obter indicadores numéricos que permitam ao técnico da área de saúde auxiliar no diagnóstico de pacientes com as características da respiração normal, obstrutivo e restritivo.

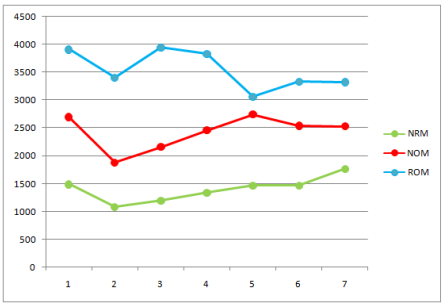
Palavras chave: Espirometria, Wavelets, Estatística

I. INTRODUÇÃO

Estudos referentes a classificação de resultados de exames na área de pneumologia, que é a área da medicina que estuda o comportamento dinâmico do funcionamento dos pulmões e vias aéreas, na sua maioria, é aplicado algum tipo de cálculo matemático a fim de relacionar os resultados do paciente com outros na mesma população local, e também com o intuito de levantar os parâmetros necessários para se efetuar um laudo médico confiável. Os valores que normalmente são utilizados como parâmetro para classificar os resultados encontrados são chamados de predito, ou previsto, e vários estudos apresentam metodologias que procuram o previsto mais confiável possível, que resultam em basicamente classificar o paciente em três diferentes tipos: normal, obstrutivo e restritivo [1][2].
Neste artigo, durante a nossa pesquisa bibliográfica, verificamos que diversos pesquisadores aplicam uma análise pontual dos valores dentro de um espaço amostral de pacientes, ou seja, coletando o valor da capacidade vital forçada (CVF) por exemplo, ou o volume expiratório forçado (VEF). Desta forma neste artigo apresentamos uma metodologia capaz de classificar de forma numérica, avaliando todos os pontos da curva afim de podermos avaliar de forma mais precisa um exame de função pulmonar.
Este é um exame que sofre interferência de diversas variáveis, entre elas uma das mais importantes na execução da manobra expiratória é a dependência da disposição do paciente que irá realizar esta manobra, sendo que o diagnóstico médico, na maioria das vezes, é realizado de forma visual.

II. RESULTADOS OBTIDOS

Foram utilizados um conjunto de amostras de 60 exames, sendo 20 exames de indivíduos normais, 20 exames de indivíduos obstrutivos e 20 exames de indivíduos restritivos.
Cada uma das amostras, dos 20 exames, foram divididas em10 indivíduos do sexo masculino e 10 indivíduos do sexo feminino.
As alterações observadas em relação aos valores de CVF e FEV1, de acordo com as diretrizes da sociedade brasileira de pneumologia, são consideradas aceitáveis pois se encontra em um valor inferior a dez por cento [3][4][5].
Podemos observar que não é possível distinguir os valores numéricos não sendo possível classificar os pacientes com problemas respiratórios. Após a aplicação das wavelets, observamos que existe uma diferença numérica entre os pacientes considerados normais, obstrutivos e restritivos.
A Figura 1 apresenta os resultados obtidos com a aplicação das wavelets de Meyer, para o sexo masculino e do sexo feminino respectivamente.



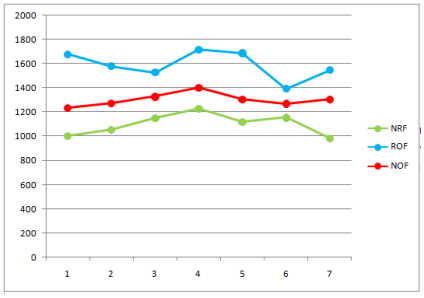


Fig.1 - Separação dos dados através da covariância de C42 para o sexo masculino após a aplicação da wavelet de Meyer

Podemos observar que com a análise da covariância após a aplicação das wavelets de Meyer, existe uma grande diferença numérica significativa entre os valores normais, obstrutivos e restritivos para ambos os sexos [6][7][8].
Assim, através da análise dos dados obtidos realizamos, a análise da covariância, para uma classificação em faixas, tanto para o sexo masculino quanto o sexo feminino, sendo possível determinar a variação respiratória do paciente.
Para validarmos a metodologia proposta escolhemos aleatoriamente o exame de 12 pacientes, 6 do sexo masculino e 6 do sexo feminino, com o diagnóstico de normal, obstrutivo e restritivo. Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Validação da metodologia

	Resultados obtidos com metodologia proposta			
	Analisados		Faixa estimada de referencia	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Paciente Normal	1734	1167	1079,38 - 1765,94	984,701 - 228,11
Paciente Obstrutivo	2527	1346	1876,54 - 2739,91	1235,20 - 1402,54
Paciente Restritivo	5678	1873	Acima de 3062,28	Acima de 1392,23

Em alguns casos se no momento do exame o indivíduo não cooperar ou não compreender a manobra espirométrica, o resultado final pode ser mal interpretado. Em todas as amostras que foram utilizadas neste artigo, foram executadas no mínimo quatro manobras ventilatórias durante a realização do exame, com o intuito de tentar eliminar a possibilidade de um exame mal realizado [9][10[11].
Selecionamos as melhores manobras, através do próprio software do equipamento, mas ainda outras variáveis estão presentes, como possível falha na calibração do equipamento, mudança de temperatura ambiente, má compreensão do indivíduo na realização do exame, patologia em vias aéreas, como gripe ou resfriado, etc. Estas variáveis podem afetar diretamente o resultado do exame e não podem ser eliminadas em sua totalidade.
Um caso interessante que foi observado, foi a obtenção dos resultados de uma das amostras que apresentou uma diferença significativa, pois se tratava de um paciente diagnosticado como restritivo, porem após a realização da metodologia proposta obtivemos um resultado diferente do seu diagnóstico, ou seja, normal.
A Tabela 2 apresenta parte do laudo do exame onde é possível verificar os valores que são encontrados nos exames, bem como a relação com o previsto para associar e determinar o diagnóstico do exame [12][13][14][15].

Tabela 2 - Tela do laudo do equipamento KOKO

Comments: PACIENTE COM DIFICULDADES DE REALIZAR MANOBRA
Diagnosis:

Interpretation

SEVERE RESTRICTIVE VENTILATORY DEFECT. This is indicated by the finding of a severely reduced forced vital capacity (FVC). Bronchodilator therapy was administered followed by repeat spirometric testing. The FVC and FEV1 show significant improvement indicating that this patient would most likely benefit from bronchodilator therapy. This interpretation is valid only upon physician review and signature.

Results

Result	Pred	Best	%Prd		%Prd		%Prd
FVC (L)	5,18	¤1,39	27%	---	---	---	---
FEV1 (L)	4,35	¤1,18	27%	---	---	---	---
FEV1/FVC	0,85	0,85	100%	---	---	---	---
FEF25-75% (L/s)	5,17	¤2,72	53%	---	---	---	---
PEFR (L/s)	11,77	¤5,88	50%	---	---	---	---
Vext %	---	0,31	---	---	---	---	---

Sendo assim, este paciente merece um estudo mais detalhado, possivelmente por não colaborar na execução do exame ou pelo fato do profissional da saúde não possuir subsídios ou modelos matemáticos que dê embasamento para um laudo mais preciso.

III. CONCLUSÃO

Este artigo mostra a aplicação das wavelets de Meyer juntamente com uma análise estatística para a obtenção de um novo bio marcador numérico, que poderá ser utilizado nos exames de espirometria.
O resultado da análise indica que o método proposto para caracterização dos valores estudados permite, com sucesso a caracterização do resultado do exame dentro dos valores esperados. Foram utilizados quatro exames de características obstrutivas, quatro restritivas e quatro normais para os dois sexos, apresentando um valor de covariância dentro da faixa determinada. Esses resultados indicam que a metodologia permite uma ferramenta adicional na detecção de patologias do sistema respiratório, sendo possível desde que efetuado corretamente o exame, auxiliar no diagnóstico de alguma enfermidade.
Desta forma, conseguimos realizar a análise da morfologia da curva de espirometria, propondo valores numéricos que foram validados, dando subsídios ao médico, realizar um diagnóstico com maior precisão.

REFERENCIAS

[1] LEWIS, B. Pitfalls of spirometry, pp. 23 - 35, 1981.

[2] MAIA, I. A. Avaliação da função pulmonar por espirometria na leishmaniose visceral. 2015.

[3] AKPINAR-ELCI, M.; FEDAN, K. B.; ENRIGHT, P. L. FEV6 as a surrogate for FVC in detecting airways obstruction and restriction in the workplace. European Respiratory Journal, ISSN 09031936, v. 27, n° 2, pp. 374–377, 2006.

[4] KHUBANI, J. Spirometric Data Analysis By Support Vector Machine, pp. 2 - 5, 2012.

[5] JARDIM, J. R.; B., P.; J.A., O. Como diagnosticar e tratar doença pulmonar obstrutiva crônica, pp. 68, 2009.

[6] KALICKA, R.; SLOMINSKI, W.; KUZIEMSKI, K. The modelling of spirometry – the application for diagnostic purposes. Proceedings of the 2008 1st International Conference on Information Technology, IT 2008, May, pp. 0 - 3, 2008.

[7] PEREIRA, C. A. Espirometria. Jornal Brasileiro de Pneumologia, v. 28, n° supl 3, pp. 1 - 82,2002.

[8] RUPPEL, G. L.; ENRIGHT, P. L. Pulmonary Function Testing. Respiratory Care, v. 57, n. 1,p. 165–175, 2012. ISSN 00201324

[9] SAHIN, D. et al. Diagnosis Of Airway Obstruction Or Restrictive Spirometric Patterns By Multiclass Support Vector Machines. Journal of Medical Systems, v. 34, n° 5, pp. 967 – 973.

[10] LEE, J. et al. Graphic analysis of flow-volume curves: a pilot study. BMC Pulmonary Medicine, BMC Pulmonary Medicine, v. 16, n° 1, pp. 18, 2016. ISSN 1471-2466.

[11] MYTHILI, A.; SUJATHA, C. M. Analysis Of Spirometric Pulmonary Function Data Using Particle Swarm Optimization, 2015.

[12] PEREIRA, C. A. C. I Consenso Brasileiro sobre Espirometria. J Pneumol, ISSN 0102-3586, v. 22, n° 3, pp.105–164, 1996.

[13] LAY-EKUAKILLE, A.; VENDRAMIN, G.; TROTTA, A. Spirometric measurement postprocessing: Expiration data recovery. IEEE Sensors Journal, v. 10, ISSN 1530437X, n° 1, pp. 25 - 33, 2010.

[14] MHETRE, P. M. R.; KHUBANI, J. Pattern Recognition and Forced Expiratory Volume (FEV1) Spirometric Data Prediction by Support Vector Machine. v. 28, pp. 112 - 116, 2012.

[15] KAVITHA, A.; SUJATHA, C. M.; RAMAKRISHNAN, S. Prediction of Spirometric Forced Expiratory Volume (FEV 1) Data Using Support Vector Regression. Measurement Science Review, ISSN 13358871, v. 10, n° 2, pp. 63 - 67, 2010.

[15] LADOSKY, W. et al. Comparação entre valores espirométricos de referência obtidos a partir das equações de Knudson e de Pereira Adultos. Jornal de Pneumologia, v. 27, n° 6, pp.315 - 320, 2001.