



## **Análise em Multirresolução do Sinal de Eletrocardiograma para Detecção de Cardiopatias**

**E M Lobato<sup>1\*</sup>, R M Martins<sup>2</sup>, B M Espindola<sup>3</sup>**

<sup>123</sup>Instituto Federal de Santa Catarina, São José, Brasil

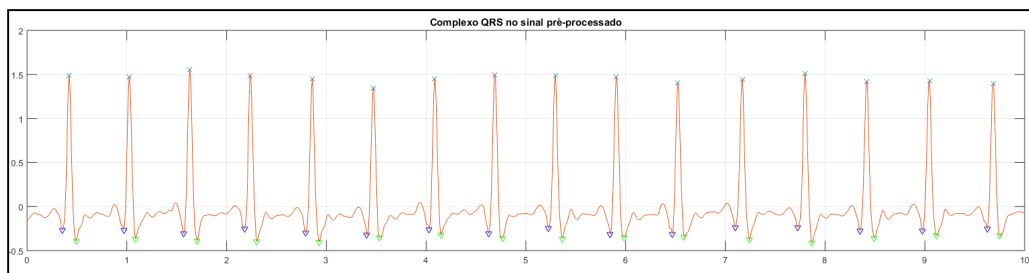
\**elen, ramon.mayor (@ifsc.edu.br)*,

**Introdução, Motivação e Objetivo.** Segundo a Organização Mundial de Saúde, as doenças do coração continuam a ser a primeira causa de morte no mundo. O eletrocardiograma (ECG) é o exame mais utilizado pelos cardiologistas para investigar várias doenças cardíacas. Esse exame realiza a leitura dos sinais elétricos gerados pelo coração, sendo possível visualizar o ritmo, frequência dos batimentos e o trajeto que o impulso elétrico realiza dentro desse órgão. Visando tornar mais fácil o diagnóstico clínico realizado pelo médico, existem atualmente na literatura diversos métodos que realizam o processamento dos sinais de ECG. O sinal de ECG é composto pela repetição sucessiva de cinco ondas (P, Q, R, S e T), que representam um ciclo cardíaco. Cada uma dessas ondas possui uma faixa normal de amplitude e duração, e a avaliação de valores fora desta faixa pode indicar que o paciente possui algum tipo de doença cardíaca. O ponto de partida na maioria das pesquisas nessa área é localizar o complexo QRS e, em seguida, localizar as demais ondas e características como intervalos e segmentos, que darão indícios de doenças cardíacas. No trabalho de Narayana e Rao [1], fez-se o uso de um algoritmo baseado em Wavelets para realizar a filtragem de ruído e a detecção dos complexos QRS, os resultados foram satisfatórios. Silva, Soares e Sotomayor [2], em seus estudos localizaram as ondas R utilizando decomposição Wavelet, segundo os autores a eficiência do algoritmo foi superior a 99%. Considerando os resultados obtidos com decomposição Wavelet, o objetivo deste trabalho será implementar um algoritmo, que através da análise em multirresolução das ondas do sinal de ECG, seja capaz de detectar alguns tipos de cardiopatias mais comuns e, assim, auxiliar os cardiologistas a conseguir o diagnóstico mais rápido e preciso.

**Metodologia.** Os sinais de ECG usados são provenientes da base de dados da Physionet [3] e foram processados usando o *software* MATLAB®. Os sinais dessa base possuem ganho de captação e apresentam, em alguns casos, uma flutuação na linha de base, proveniente de movimentos respiratórios ou musculares do paciente, acrescentando ao sinal um ruído em torno de 0,5 Hz. Portanto, os sinais de ECG precisam passar por uma etapa de pré-processamento para que se possa identificar adequadamente as ondas presentes nesse sinal. Primeiramente, o sinal passa por um processo de normalização de amplitude. Em seguida, para eliminar as baixas frequências foi usado um filtro FIR passa-altas de ordem 300 do tipo *Constrained Equiripple*, com frequência de corte de 0,2 Hz e atenuação de 30 dB. Além disso, o sinal de ECG, por apresentar frequências entre 0,05 Hz e 100 Hz e amplitude de 1 a 10 mV é muito suscetível a ruídos provenientes de diversas fontes, inclusive da rede elétrica. Para eliminar esse ruído, fez-se uso de um filtro passa-baixas IIR de ordem 2 do tipo *Butterworth* com frequência de corte de 30 Hz. Após esse pré-processamento, o sinal passa por uma decomposição *Wavelet* de três níveis usando a

família *Daubechies* 7. A escolha dessa wavelet é pelo fato de ser bastante parecida com o complexo QRS. O sinal de detalhe pertencente ao nível 3 foi elevado ao quadrado, rejeitando os picos menores que 3% do pico máximo e respeitando uma distância mínima entre picos de 0,3 s, os intervalos R-R foram encontrados. Esses intervalos representam um ciclo cardíaco completo. Sendo assim, é possível calcular a frequência cardíaca através do intervalo de tempo entre os picos encontrados. Prosseguindo com a análise, foi feita a marcação das ondas Q e S a partir das ondas R encontradas. Para localizar as ondas Q, o algoritmo cria um vetor com a posição de todas as amostras localizadas no intervalo 0,3 s anteriores aos picos R. Já nas ondas S, o vetor possui a posição das amostras no intervalo 0,3 s posteriores aos picos R.

**Resultados.** Por se tratar de uma pesquisa em desenvolvimento, tem-se alguns resultados preliminares. Na etapa de pré-processamento (normalização e filtragens), o sinal ficou livre de ruídos e com as formas das ondas (P, Q, R, S e T) preservadas. O método de decomposição wavelet para localização dos picos R e posterior localização do complexo QRS apresentou resultados satisfatórios. A Figura a seguir apresenta a marcação do complexo QRS no sinal pré-processado e reconstruído em três níveis de decomposição *Wavelet*.



**Figura - Marcação do complexo QRS no sinal pré-processado e decomposto**

**Discussões e Conclusões.** Os resultados se mostram promissores. Na etapa de pré-processamento o sinal tornou-se mais adequado para o processamento posterior. Na etapa de decomposição *Wavelet*, para determinação da frequência cardíaca, notou-se que a precisão dos pontos encontrados é reduzida devido à subamostragem do sinal que ocorre em cada nível da decomposição, portanto mais testes deverão ser realizados para escolha correta de quantos níveis deverão ser usados, bem como a família wavelet mais adequada. Vale ressaltar que o número de amostras do sinal de detalhe de cada nível ( $n$ ) é menor do que o do sinal pré-processado de um fator  $2^n$ , o que torna rápida a tarefa de detectar os picos R e todos os procedimentos posteriores à detecção do pico R.

**Agradecimento.** Os autores gostariam de agradecer o Instituto Federal de Santa Catarina pelo suporte na pesquisa.

**Palavras-chave.** Eletrocardiograma; Processamento de sinais; *Wavelet*.

#### Referências.

[1] NARAYANA, K.; RAO, A. B. Wavelet Based QRS Detection in ECG using MATLAB. Innovative Systems Design and Engineering, v. 2, n. 7, p. 60–69, 2011.



## XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica

Armação de Búzios – RJ – Brasil

October 21<sup>st</sup> to 25<sup>th</sup>, 2018

[2] SILVA, G. M. A. da; SOARES, C. P.; SOTOMAYOR, O. A. Z. Teoria wavelet na análise de sinais de ecg como ferramenta de auxílio na detecção de arritmias cardíacas. XII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI), p. 963–968, 2015.

[3] Physionet MIT-BIH Arrhythmia Database.