

## MONITORAMENTO DO NÍVEL DE RUÍDO EM ELETROCARDIOGRAMA AMBULATORIAL

Gabriel Tozatto Zago<sup>1</sup>, Rodrigo Varejão Andreão<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ifes – Campus Vitória – Coord. Eng. Elétrica – Av. Vitória, 1729, Jucutuquara - 29040-780 – Vitória – ES – gabrieltozattozago@gmail.com

<sup>2</sup> Ifes, Campus Vitória, Coord. Eng. Elétrica – Av. Vitória, 1729, Jucutuquara – 29040-780 – Vitória – ES – rodrigova@ifes.edu.br

**Resumo:** Este trabalho propõe um sistema de monitoramento do nível de ruído em sinais ECG ambulatoriais, capaz de detectar a presença de ruídos, classificar o seu tipo, e também realizar remoção dos mesmos. Para isso, foram implementados algoritmos baseados em regras e limiares para detectar os ruídos, enquanto que para remover o ruído é utilizada a abordagem Modo Empírico de Decomposição (EMD). A estratégia adotada consiste em decompor o sinal em componentes de diferentes freqüências e eliminar de cada componente os trechos de menor amplitude. Vale destacar a originalidade do trabalho no aperfeiçoamento da abordagem EMD de forma a melhorar o desempenho de remoção do ruído. O sistema foi testado em diversos registros da base de dados MITBIH, onde foi possível comprovar a eficiência do monitoramento de ruído e o desempenho da abordagem EMG.

**Palavras-chave:** Eletrocardiograma, Detecção de Ruído, Modo Empírico de Decomposição.

### INTRODUÇÃO

O monitoramento das atividades cardíacas é essencial para prevenir e detectar doenças do coração. A forma não-invasiva mais empregada de avaliar o coração é o Eletrocardiograma (ECG). Muitas vezes, os exames para captar o ECG devem ser realizados em situações que atrapalham a captura do sinal, como em testes de esforço ou por períodos prolongados (utiliza-se um aparelho móvel para captura de ECG chamado Holter). Estes sinais captados em situações desfavoráveis sofreram interferências de diversos tipos de ruídos causados pela movimentação do paciente, pela rede de alimentação ou por equipamentos eletrônicos. Sinais corrompidos podem esconder anomalias no sinal que indicam doenças ou até mesmo levar a uma interpretação incorreta que indique uma doença que não existe. Daí a importância de monitorar o nível de ruído em ECGs, descartar os batimentos que não podem ser recuperados, de forma que não produza alarmes falsos no sistema automático e, quando possível, retirar os ruídos do sinal sem inserir deformações que levem a erros. Por essas razões, a filtragem de sinais biológicos é estudada amplamente no meio acadêmico. Neste contexto, este trabalho apresenta um estágio de pré-processamento, baseado no monitoramento do nível de ruído para deixar o sinal adequado para ser analisado por sistemas automáticos de detecção de QRS e de detecção de episódios isquêmicos em Eletrocardiogramas ambulatoriais.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já foi dito, o ECG é um gráfico que diz respeito às atividades cardíacas, ele é composto de algumas ondas características: onda P, complexo QRS e onda T como pode ser conferido na Figura 1.

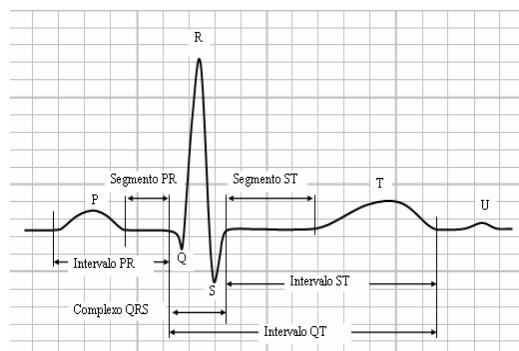


Figura 1 – Ondas e segmentos que compõem o ECG normal.

Foi desenvolvido um software utilizando o programa Matlab para o monitoramento do nível de ruído em ECGs. Este programa é baseado em regras [Jager 98] e detecta quatro tipos de interferências: ruído na região PQ, ruído na região ST, mudança da linha de base e ruído grosso. Os resultados do monitoramento do nível de ruído foram satisfatórios e foram de acordo com as anotações da base MIT-BIH. No trecho de ECG mostrado na Figura 2, o algoritmo detecta ruídos na região PQ e ST em todos os batimentos, ruído grosso em nenhum dos

batimentos e a mudança na linha de base é detectada nos dois últimos batimentos.

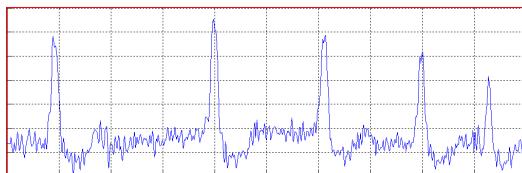


Figura 2 – Batimentos ruidosos.

O programa de filtragem pode corrigir os três primeiros tipos de interferências citadas, visto que no último tipo o trecho de sinal é perdido e deve ser descartado. O software de filtragem de sinal é baseado numa nova técnica de decomposição de sinais [Huang 98], o Modo Empírico de Decomposição (EMD), que decompõe um sinal em diversas componentes de diferentes freqüências ortogonais entre si (de forma que não há sobreposição de freqüência). A simplicidade do algoritmo e a chance de contribuir para o melhoramento da técnica justificam a escolha do EMD para solucionar este problema. A partir das componentes geradas, os algoritmos fazem a remoção das mudanças de linha de base e dos ruídos na região PQ e ST.

As técnicas para remoção dos ruídos foram baseadas em [Velasco 08], porém houve mudanças significativas nas técnicas utilizadas por Velasco et al. Para remover as mudanças na linha de base, foi utilizado o mesmo algoritmo de Velasco et al, com modificações em algumas constantes. Porém, para remover os ruídos das regiões PQ e ST foram realizadas modificações significativas. Em vez de atenuar o trecho ruidoso como faz Velasco, foi proposto um algoritmo baseado em limiares. Nas componentes detectadas como ruidosas, é passado um limiar baseado na diferença entre os pontos que excedem o limiar e o número de QRSs detectados no trecho. Assim que essa diferença cai a um valor aceitável, os valores abaixo desse limiar são zerados e o que resta das componentes é novamente somado de forma a reconstruir o sinal.

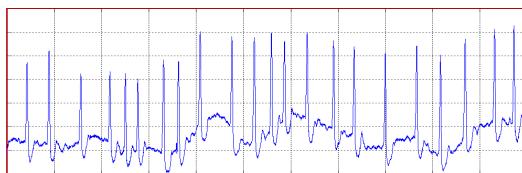


Figura 3 – Sinal ECG antes da filtragem.

O resultado, como pode ser observado comparando-se as Figuras 3 e 4, é satisfatório

*IV Jornada de Iniciação Científica do Ifes*

*II Jornada de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do Ifes*

visto que os ruídos são retirados com pequena distorção do sinal.

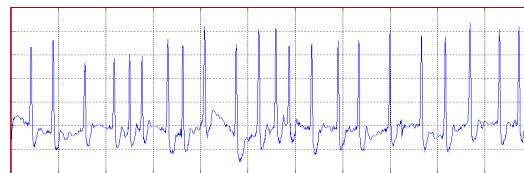


Figura 4 – Sinal ECG apóis a filtragem.

## CONCLUSÃO

A técnica de Modo Empírico de Decomposição foi utilizada com sucesso para remover ruídos em Eletrocardiogramas. Como a técnica é nova comparada a técnicas clássicas como filtros digitais e técnicas baseadas em transformadas de Fourier e Wavelet, ela ainda pode ser melhorada, seja em desempenho ou em velocidade. O programa de monitoramento do nível de ruídos foi utilizado para auxiliar o software de detecção de episódios isquêmicos de Rodrigo Varejão Andreão [ANDREÃO 09] e o programa de filtragem de ruídos foi usado para melhorar o desempenho do algoritmo de detecção de QRS de Bruno Neves Amigo, projeto que foi desenvolvido em paralelo com este trabalho. Como perspectiva para trabalhos futuros, é prevista a implementação dos algoritmos propostos em sistemas embarcados de monitoramento do sinal ECG.

## Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter-me dado força de vontade e ao CNPq por oferecer os recursos necessários para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- HUANG, N. E. et al., The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis. **Proc. R. Soc. Lond. A**, v. 454, p. 903-995, 1998.
- VELASCO, M. B. et al., ECG signal denoising and baselinewander correction based on the empirical mode decomposition. **Computers in Biology and Medicine**. n. 38, p. 1-13, 2008.
- JAGER, F., et al., Analysis of transient ST segment changes during ambulatory monitoring using the Karhunen–Loeve. **Comput. Biomed. Res.** 31 (5) (1998) 305–322.
- ANDREÃO R. V. et al., **Sistema a Base de Regras para a Detecção de Episódios Isquêmicos**, SBAI, 2009.