

APLICAÇÃO DE TRANSFORMADA RÁPIDA DE FOURIER EM SINAIS DE ELETROCARDIOGRAMA

Jéssica Feliciano Bringel¹, Paulla Hortência Freitas Vasconcelos¹, Maxwell Moura Costa²

¹Acadêmicas do curso Engenharia Elétrica - IFTO. e-mail: <feliciano.bringel@gmail.com>, <paulla.hfv@gmail.com>

²Professor do curso Engenharia Elétrica - IFTO. e-mail: <maxwell@ifto.edu.br>

Resumo: Exames de eletrocardiograma (ECG) são importantes para a detecção de anormalidades cardíacas e exigem detalhada análise dos sinais obtidos na realização destes. Com isso, o objetivo desse trabalho foi aplicar a Transformada Rápida de Fourier (FFT) em sinais de ECG, com vista à obtenção de sinais simplificados que permitam a verificação de patologias. Foram considerados nesse estudo exames realizados por pacientes saudáveis e outros que, de acordo com o diagnóstico do banco de dados *PhysioBank*, apresentaram as patologias taquicardia e arritmia. Os resultados obtidos por meio do processamento digital desses sinais demonstram a facilidade em visualizar o sinal obtido na implementação do algoritmo supracitado.

Palavras-chave: eletrocardiograma, processamento de sinais, transformada de Fourier

1 INTRODUÇÃO

O eletrocardiograma (ECG) é um tipo de exame amplamente utilizado, ainda nos dias atuais, como forma de analisar ou detectar diversos tipos de patologias. Esse exame é utilizado para registrar a variação dos potenciais elétricos gerados pela atividade elétrica do coração, isto é, o impulso elétrico gerador da contração do coração. Utilizando da variação das ondas elétricas emitidas pelas contrações, captadas pela utilização de eletrodos colocados sobre a pele do paciente (seja no peito ou nos braços e pernas), onde se coloca dois eletrodos em diferentes regiões do corpo com diferença de potencial.

A verificação médica desse exame atualmente é feita por meio da leitura e inspeção de um sistema de ondas com diferentes potenciais, podendo-se identificar possíveis anormalidades nas oscilações das ondas e exige um tempo de inspeção para reconhecimento destas. Para potencializar a avaliação médica feita nos sinais de ECG, é proposto um estudo que aplique um algoritmo que faça a análise dos sinais encontrados, sistematizando a frequência com que parte do sinal apareça no ECG. Ou seja, criar padrões nos sinais onde se observam patologias.

A ferramenta mais utilizada para a manipulação de um sinal no domínio das frequências é a transformada de Fourier (FT). Neste trabalho utilizou-se de uma implementação específica da FT em sistemas computacionais, que se caracteriza pela eficiência de processamento em sistemas discretos, denominada transformada rápida de Fourier (FFT).

2 METODOLOGIA

2.1 Base de dados

As amostras utilizadas neste trabalho foram coletadas do banco de dados *PhysioBank*. Este possui arquivos de sinais biomédicos bem caracterizados para uso da comunidade de pesquisa. O *PhysioBank* contém bases de dados de sinais multiparamétricos de indivíduos saudáveis e pacientes com condições patológicas.

Foram utilizados sinais contidos nas bases de dados especificadas a seguir:

- a) *Fantasia Database*: esta base de dados possui gravações de ECG de vinte jovens (entre 21 e 34 anos) e vinte idosos (entre 68 e 85 anos), considerados saudáveis e submetidos a duas horas de descanso contínuo. Os sinais foram digitalizados a 250 Hz.
- b) *Creighton University Ventricular Tachyarrhythmia Database*: esta base de dados inclui gravações de ECG de indivíduos que sofreram episódios de taquicardia ventricular sustentada, flutter ventricular e fibrilação ventricular. Os registros foram digitalizados em tempo real a partir de sinais analógicos de alto nível (1V / mV nominal). Estes foram digitalizados a 250 Hz com resolução de 12 bits em uma faixa de 10 V (10 mV nominal em relação aos sinais não amplificados). Cada registro contém 127.232 amostras.
- c) *MIT-BIH Arrhythmia Database*: este banco de dados contém gravações de ECG obtidos de quarenta e sete indivíduos. As gravações foram digitalizadas em 360 Hz com resolução de 11 bits em uma faixa de 10 mV.

2.2 Processamento de sinais

Pode-se dizer que todo sinal do ECG é um conjunto de amostras ordenadas no tempo, formando uma função que representa a variação da amplitude desse sinal. Pode-se considerar tal função como um somatório das ondas senoidais, cada uma com uma amplitude, fase e frequência.

A função da FFT permite justamente a descrição de um sinal qualquer a partir destes parâmetros iniciais formando uma função discreta ordenada pela frequência. O algoritmo da FFT permite calcular $\frac{N}{2}$ componentes do espectro contidos no intervalo de $0 \leq \omega \leq \frac{\pi}{T}$ a partir do processamento de N amostras temporais do sinal, igualmente espaçadas de T (intervalo de amostragem).

Para realizar a implementação da FFT nos sinais de ECG selecionados, foi utilizada a ferramenta computacional *Octave*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Mediante a implementação da FFT nos sinais de ECG, os parâmetros gerados permitem a interpretação física do sinal, uma vez que estes são resultantes da interação entre as componentes de frequência dos sinais formadores da curva.

A Figura 1 apresenta o sinal de ECG de uma pessoa considerada saudável, com frequência cardíaca normal. Analisando a frequência cardíaca com a aplicação da FFT no sinal normal, as frequências até 40Hz possuem considerável influência sobre a curva original, como exposto na Figura 2.

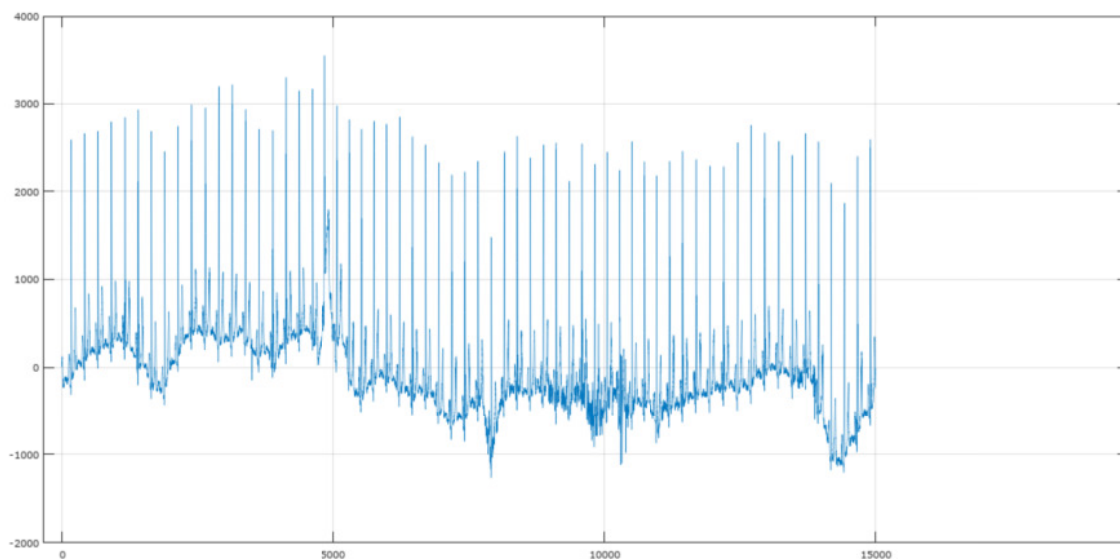


Figura 1: ECG Normal

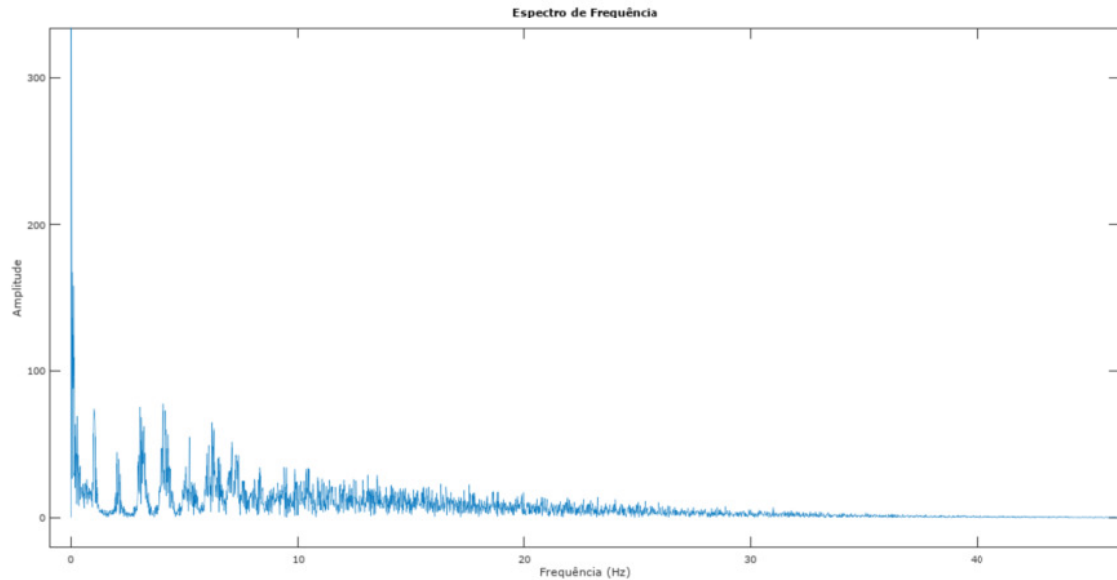


Figura 2: FFT aplicada ao ECG Normal

De forma análoga utilizou-se dos sinais do banco de dados que já possuem patologias detectadas para que fosse aplicado o algoritmo da FFT. As doenças escolhidas para aplicação como forma de demonstrar as diferenças dos sinais resultantes foram taquicardia e arritmia. A Figura 3 apresenta o ECG correspondente à frequência cardíaca de um indivíduo com taquicardia e o sinal oriundo da aplicação da FFT está apresentado na Figura 4, tendo maior influência de frequências até 40Hz.

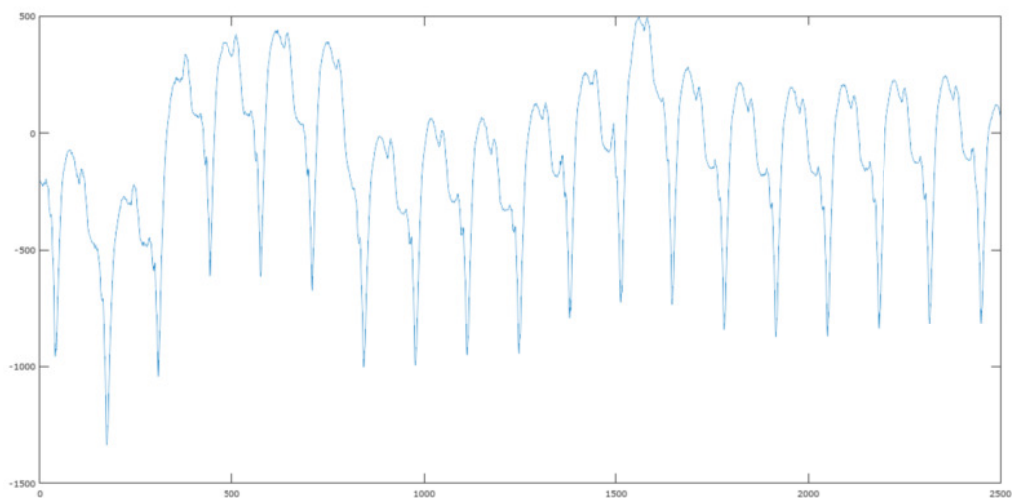


Figura 3: ECG Taquicardia

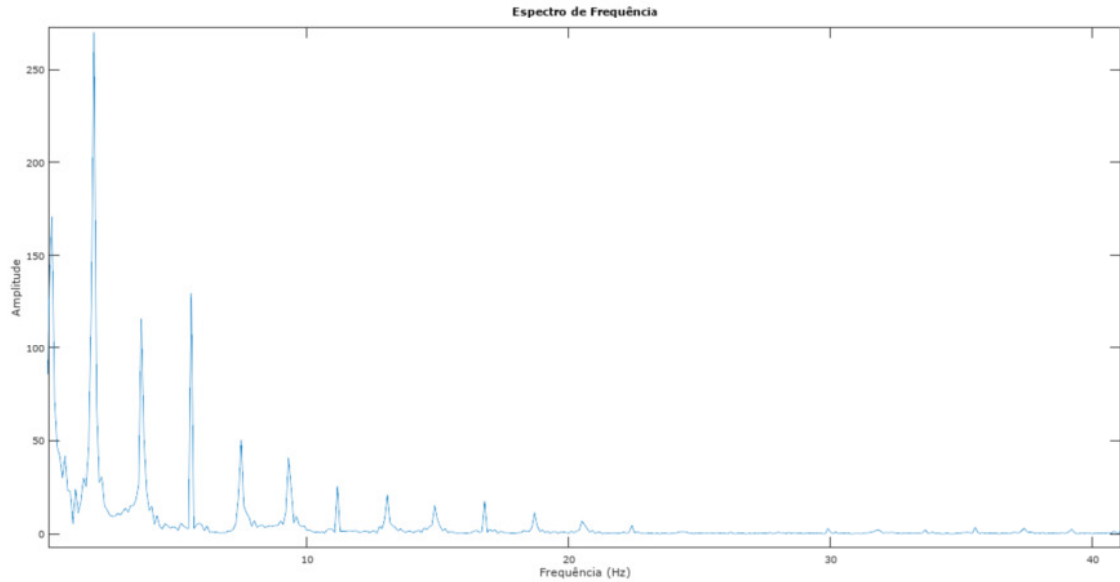


Figura 4: FFT aplicada ao ECG Taquicardia

O segundo exemplo utilizado para comparação com o sinal do ECG de uma pessoa normal, é o sinal do paciente que porta a patologia clínica de arritmia cardíaca. A Figura 5 apresenta o ECG correspondente e o sinal oriundo da aplicação da FFT está apresentado na Figura 6, em que as frequências de até 10Hz possuem influência sobre a curva original.

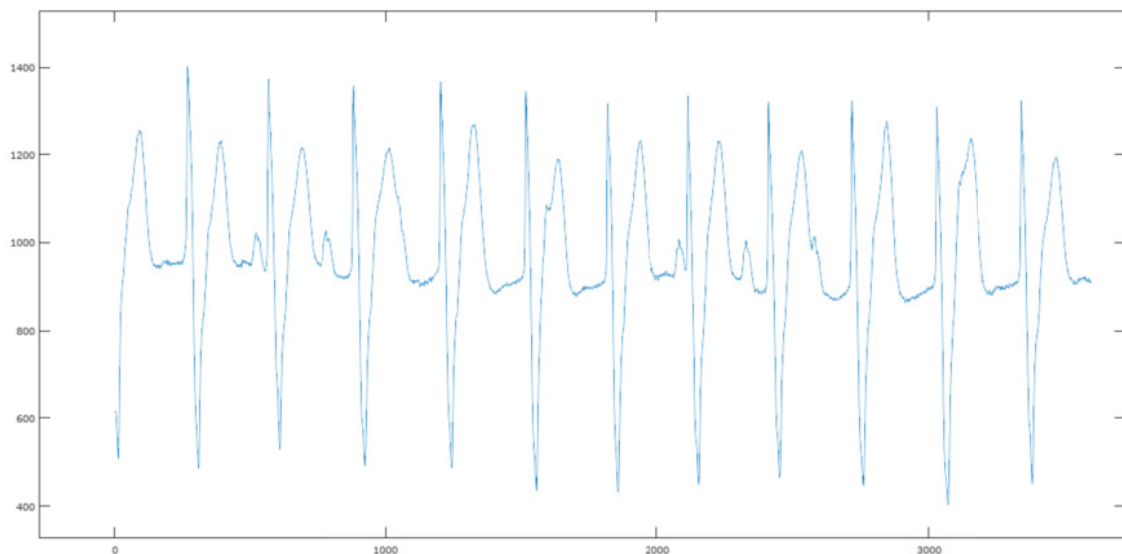


Figura 5: ECG Arritmia Cardíaca

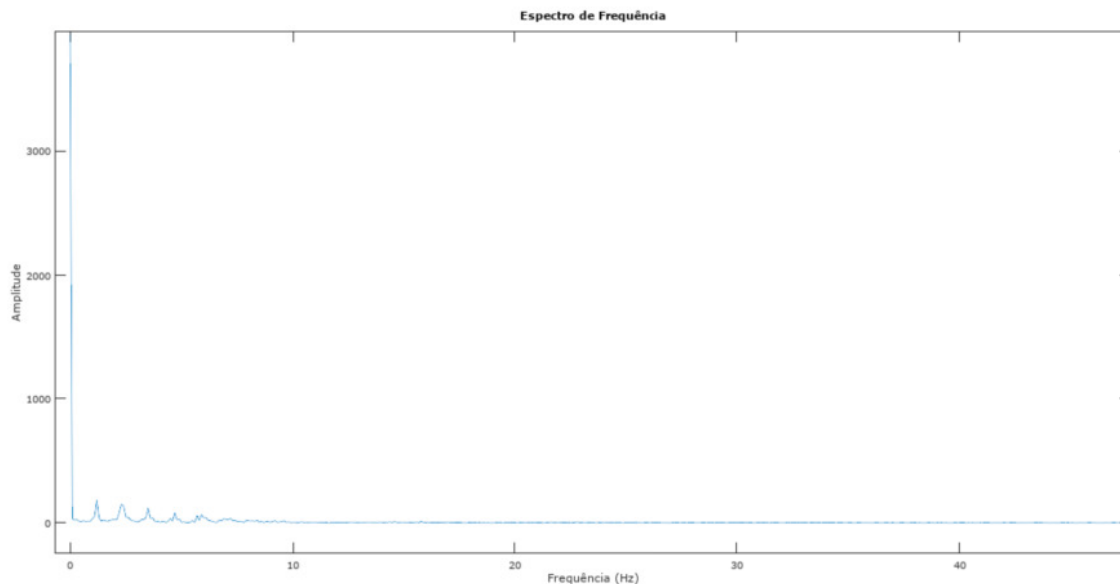


Figura 6: FFT aplicada ao ECG Arritmia Cardíaca

Ao comparar visualmente os sinais com FFT aplicada, pode-se verificar a distinção entre os mesmos, exibidos nas Figuras 2, 4 e 6, que evidenciam simplesmente a facilidade de verificar uma anormalidade a olho nu no eletrocardiograma de um indivíduo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizando dos dados obtidos nessa aplicação, pode-se verificar uma gama de possibilidades de incrementar a ferramenta ao uso no diagnóstico hospitalar. De uma forma simples, pode-se levantar um banco de dados que possua todas as patologias que podem ser evidenciadas em um eletrocardiograma, de forma a facilitar a análise clínica, ou até mesmo sistematizar um formato de verificação automática do banco de dados com o ECG do paciente, haja vista que normalmente o ECG é utilizado como primeira evidência na investigação de uma patologia. É que após esse primeiro indício o médico responsável poderá encaminhar o paciente para exames detalhados referente à anomalia encontrada.

REFERÊNCIAS

DALE DUBIN, M.D. **Interpretação rápida do ECG**. 3.ed: Publicações Científicas, 1999.

Goldberger AL, Amaral LAN, Glass L, Hausdorff JM, Ivanov PCh, Mark RG, Mietus JE, Moody GB, Peng C-K, Stanley HE. **PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals**. *Circulation* 101(23):e215-e220 [Circulation Electronic Pages; <http://circ.ahajournals.org/content/101/23/e215.full>]; 2000 (June 13).



MED GRUPO. **MED Eletro**: Eletrocardiografia. Vol. 1. MED Curso, Rio de Janeiro: 2014.

Nolle FM, Badura FK, Catlett JM, Bowser RW, Sketch MH. **CREI-GARD**, A new concept in computerized arrhythmia monitoring systems. Computers in Cardiology 13:515-518 (1986).

Octave. Disponível em: <<https://www.gnu.org/software/octave/about.html>> Acesso em: 28 de junho de 2017.

PhysioBank Databases. Disponível em: <<https://physionet.org/physiobank/database/>> Acesso em: 18 de agosto de 2007.