



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXVII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2023**

MONITORAMENTO DE SINAIS BIOELÉTRICAS CARDÍACAS VITAIS **USANDO INTERNET DAS COISAS-IOT**

Wanessa da Silva Casaes¹; Juan A. Leyva-Cruz²

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Física, Departamento de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: wanessacasaes12@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: juan@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: ECGs; IoT; Física Médica

INTRODUÇÃO

O ECG (eletrocardiograma) é um exame que avalia a atividade elétrica do coração e é amplamente utilizado em cardiologia para diagnosticar e monitorar condições cardíacas. Com o avanço da tecnologia, tem surgido uma tendência de utilização de dispositivos de bioinstrumentação que combinam o ECG com a tecnologia de Internet das Coisas (IoT) Médicos, (IoTM) para monitorar o ritmo cardíaco de pacientes em tempo real e fornecer dados precisos para médicos e pacientes. Nesse contexto, as plataformas de desenvolvimento ESP32 e Arduino tem se destacado como opções viáveis para a construção de dispositivos de bioinstrumentação que combinam o ECG com a IoTM, isto é, dispositivos que se comuniquem com a internet, coletando dados e realizando ações de acordo com as informações recebidas. Além disso, o uso desta tecnologia de IoTM possibilita a criação de sistemas de alerta que podem notificar médicos ou familiares em caso de anomalias no ritmo cardíaco, permitindo uma intervenção rápida em emergências.

Para a construção de dispositivos de bioinstrumentação que combinam o ECG com a IoT [1], é necessário utilizar um sensor de ECG para capturar os sinais elétricos do coração. Existem diversos modelos de sensores de ECG disponíveis no mercado, que podem ser conectados ao Arduino ou ESP32 para aquisição e processamento dos dados. Após a aquisição dos dados, é possível utilizar algoritmos de processamento de sinais para filtrar e analisar os dados do ECG, a fim de extrair informações relevantes sobre o ritmo cardíaco. Os dados do ECG podem ser armazenados em um cartão SD ou enviados para um servidor por meio de uma conexão Wi-Fi, permitindo o acesso remoto aos dados por médicos e pacientes.

O uso da IoT na leitura do ECG pode ajudar a identificar padrões e tendências nos dados do paciente, permitindo que os médicos detectem problemas de saúde mais cedo e tomem decisões de tratamento mais precisas. Esta tecnologia permite o acesso a milhões de aplicativos, cuja principal característica é a quebra da limitação da mobilidade, acompanhando o seu usuário 24 horas por dia em qualquer lugar [2] A sua utilização na área da saúde humana também está em crescente expansão, devido ao envelhecimento da população mundial, pelo aumento dos custos com o cuidado da saúde humana e, também por proporcionar aos profissionais clínicos um acompanhamento mais personalizado dos

pacientes [3]. A sua utilização permite reunir outras vantagens. Entre elas, destacam-se as seguintes: (i) o registro autônomo de informações; (ii) o monitoramento contínuo do paciente; (iii) a facilidade no compartilhamento de dados; (iv) a possibilidade do armazenamento automático dos dados na nuvem; (v) histórico médico mais completo, com apoio a diagnósticos assertivos, (vi) empoderamento do paciente e, por fim, (viii) um fortalecimento de ações preventivas e de autocuidado. Nesta perspectiva, crescem os estudos sobre novos métodos de classificação automática ou semiautomática que possam identificar diferentes batimentos cardíacos anormais a partir de uma grande quantidade de dados de ECG, com uso de sistema de IoTM [4-5].

Neste trabalho preliminar, apresentamos um protótipo de IoT, com uso da placa de desenvolvimento ESP32 para coletar, agrupar dados do pulso cardíaco e visualização de ECGs através da plataforma de IoT *ThingSpeak*TM [6]. Este acompanhamento tem a finalidade de proporcionar uma melhor compreensão do estado de saúde do miocárdio de forma remota.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

A *ThingSpeak* é uma plataforma gratuita de aplicativos *Web* que é voltada para a implementação de projetos de IoT. Ela possui integração com o ecossistema de programação Matlab, através do qual poderemos ler e enviar dados para a plataforma *ThingSpeak*. Esta API permite analisar informações coletadas pelos sensores e dispositivos utilizados por aplicativos da *Web*, redes sociais e *Hardware*s de código aberto, como Arduíno, *Raspberry Pi*.

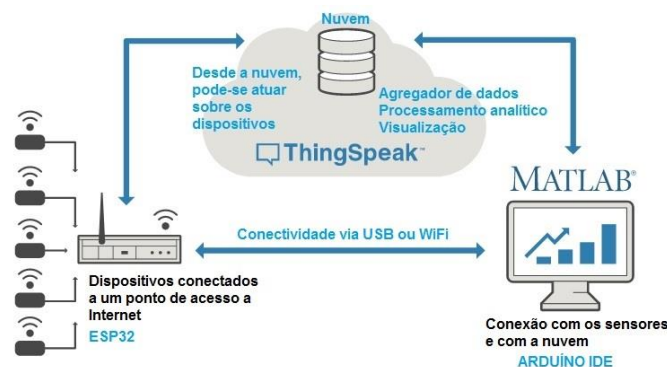


Figura 1: Diagrama esquemático da tecnologia de IoT, usando a plataforma ThingSpeak, o Matlab e a placa ESP32, adaptado de [6].

Na Figura 1, ilustra-se um diagrama esquemático do funcionamento da tecnologia IoTM proposta. Esta arquitetura é composta por um computador, os dispositivos conectados a um ponto de acesso à Internet e a Nuvem em um servidor da Internet. Para a nossa aplicação, foi usada a Interface de Programação de Aplicativos (API) gratuita, denominada de *ThingSpeak*. Este API utiliza o protocolo de mensagens {MQTT}, do acrônimo em inglês {(Message Queuing Telemetry Transport)}, para sensores e pequenos dispositivos móveis otimizado para redes TCP/IP. O {MQTT}, além de ser um mecanismo de transporte leve, que usa a largura de banda da rede com eficiência e com segurança e de ser compatível com a maioria das plataformas IoTM baseadas na Nuvem, também exige um esforço mínimo para configurações de hardware externos.

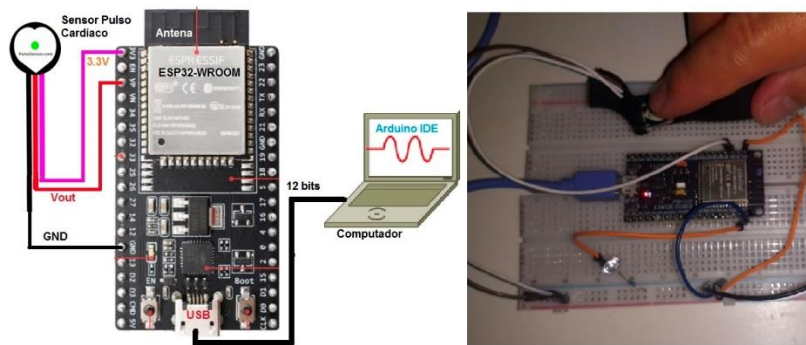


Figura 2: *Setup* experimental para visualização dos pulsos cardíacos usando a placa ESP32 habilitada para IoT.

A Figura 2 representa o *setup* experimental para a detecção dos pulsos cardíacos reais, usando a tecnologia de IoT. Na parte direita podemos observar detalhes da montagem simples do circuito e na esquerda uma foto do sistema em pleno funcionamento. O diagrama do circuito é simples composto pela placa ESP32 habilitada para IoT conectada pela porta micro-USB a um computador, e um sensor de pulso cardíaco óptico conectado a placa ESP32. Os pulsos cardíacos foram medidos de um voluntário saudável. No computador foi escrito um código fonte na linguagem C++, usando o IDE do Arduíno. Este código foi embutido na placa ESP32. Esta placa usa o chip ESP-WROOM-32 que incorpora WiFi + Bluetooth BLE + Microprocessador Xtensa 32-Bits LX6 de baixo consumo de energia. Este Microprocessador tem dois núcleos de CPU (processador dual core), podendo ser controlados individualmente com frequência de *clock* ajustável de 80 MHz a 240 MHz. Este dispositivo de baixo custo e elevada performance possui dois conversores analógicos digitais de 12 bits, nas suas 16 entradas analógicas. Também apresenta um total de 39 entradas/saídas digitais.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

Atualmente, a IoT é aplicada em muitos campos, e uma das questões mais críticas são os sistemas de monitoramento de saúde, pois às análises estatísticas mostraram que um ser humano perde a vida a cada minuto em todo o mundo. Neste contexto, um experimento foi realizado dentro dos conceitos de IoT, de acordo com o *setup* experimental, ilustrado na Figura 3. Nessa figura 3 mostramos uma foto de um voluntário com os eletrodos conectados e o registro do eletrocardiograma, ECG mostrando batimentos cardíacos normais.

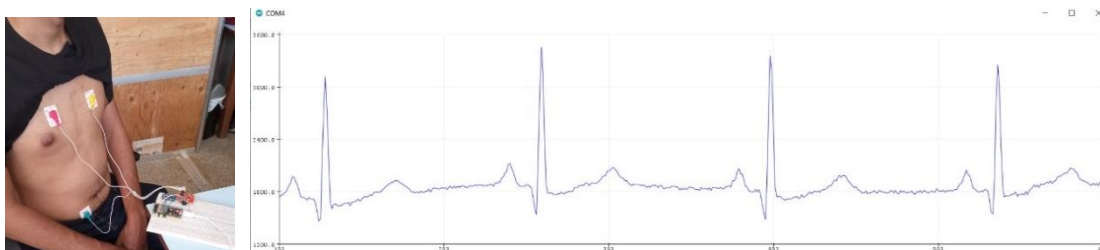


Figura 3: *Setup* experimental para medida de ECG usando a placa ESP32.

Na Figura 4, apresentamos o sinal bioelétrico do pulso cardíaco medido a partir de um voluntário, de um adulto jovem, visualizado no computador. Como podemos observar nesse gráfico o sinal apresenta uma ótima relação sinal/ruído. As medições foram realizadas usando o *setup* experimental ilustrado na Figura 2.

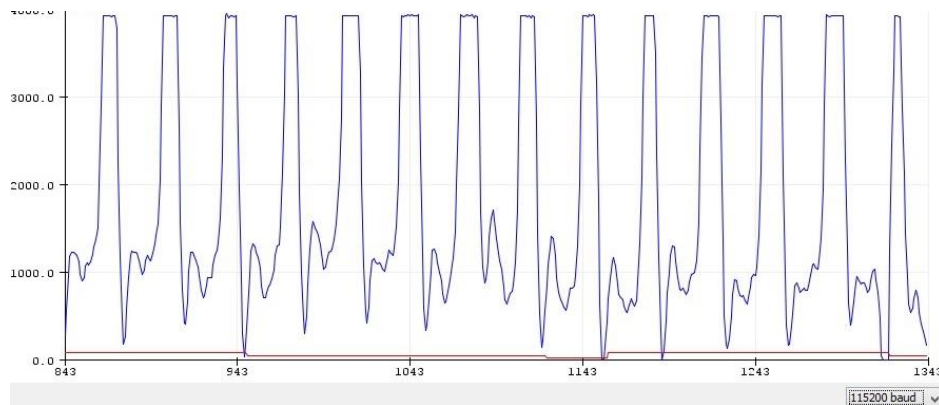


Figura 4: Sinal do pulso cardíaco de um adulto jovem, usando o *setup* experimental ilustrado na Figura 2.

Finalmente, na Figura 5 se ilustram os resultados do mesmo pulso cardíaco da Figura 4, e da taxa da frequência cardíaca transferidos, agregados e visualizados na nuvem, usando IoT. Portanto, podemos ver bem definidos em correspondência com as previsões teóricas, neste caso valor de 60 batimentos por minuto (bpm) corretamente.

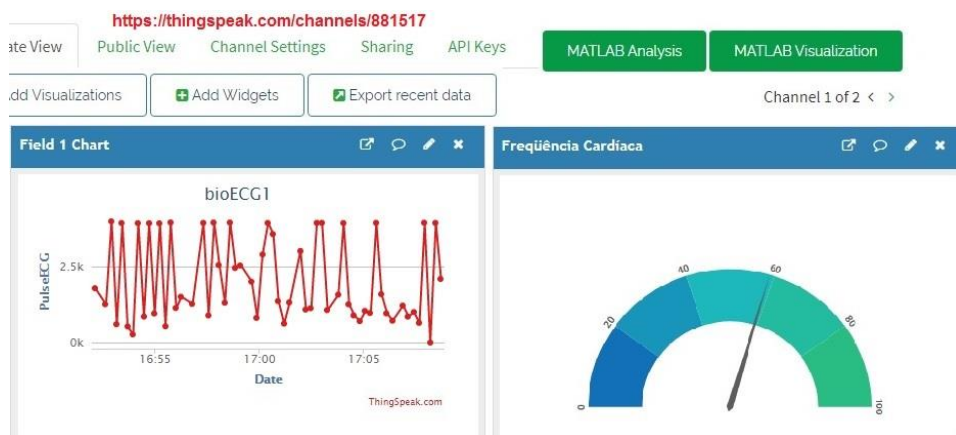


Figura 5: Sinal do pulso e frequência cardíaca transferidos, agregados e visualizados na nuvem, usando IoT

Esta última num visualizador de saída tipo *gauge*, transferidos, agregados e visualizados na nuvem *ThingSpeak*. Como podemos ver, ainda que seja possível visualizar os picos dos pulsos cardíacos na Nuvem, existe uma diferença notória entre as duas séries temporais dois biosinais cardíacos. Esta diferença provavelmente se deve a que o sinal mostrado na nuvem tem poucos pontos devido ao *delay* nas transferências de dados desde o sensor cardíaco no mundo físico para a **Nuvem**. Contudo, através dos resultados alcançados mostramos como usar a funcionalidade de rede sem fio da placa de desenvolvimento de projetos científicos, modelo ESP32, para postar dados do batimento cardíaco de uma pessoa anônima, na plataforma de IoT-ThingSpeak.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

Nas últimas décadas os sinais de ECGs tem sido amplamente usado para os diagnósticos de disfunções cardiovasculares. Apesar disto, realizar a detecção, transmissão e visualização do pulso cardíaco robusta destes sinais é desafiador. Conforme mostrado nos resultados o protótipo proposto, ou seja, um experimento em laboratório sobre IoT dos pulsos cardíacos estão em conformidade com os desafios discutidos. Portanto, os resultados experimentais demonstram como usar a placa de desenvolvimento de projetos automáticos ESP32, para agregar dados do pulso cardíaco de uma pessoa na plataforma de IoT *ThingSpeak*TM, indicam que o protótipo possui potencial para ser inserido em futuras aplicações para monitoramento em tempo real.

REFERÊNCIAS

1. SCHWARTZ, M. 2016. *Internet of Things with Arduino Cookbook*. Copyright © 2016 Packt Publishing.
2. VARADANA Vijay K, Raib Pratyush, Ohb Se Chang, Kumarb Prashanth Shyam. Wearable Technology and Mobile Platform for Human Health Monitoring in Forum Electromagn. Res. Methods Appl. Technol;16:1–38 2016.
3. AKANMU Abiola, Anumba Chimay, Messner John. Critical review of approaches to integrating virtual models and the physical construction International Journal of Construction Management. 2014; 14:267–282.
4. ISLAM SM Riazul, Kwak Daehan, Kabir MD Humaun, Hossain Mah- mud, Kwak Kyung-Sup. The internet of things for health care: a comprehensive survey IEEE Access. 2015; 3:678–708.
5. SANGAIAH Arun Kumar, Arumugam Maheswari, Bian Gui-Bin. An intelligent learning approach for improving ECG signal classification and arrhythmia analysis Artificial Intelligence in Medicine. 2020; 103:101788
6. HUA JING, Xu Yilu, Tang Jianjun, Liu Jizhong, Zhang Jihao. ECG heart-beat classification in compressive domain for wearable devices Journal of Systems Architecture. 2020; 104:101687.