

## PROTÓTIPO DE PLATAFORMA EMBARCADA PARA MEDIÇÃO DE SINAIS VITAIS UTILIZANDO IOT

Elvis Sousa e Silva <sup>1</sup>  
Juan Pereira Silva <sup>2</sup>  
Ricardo Ferreira da Silva <sup>3</sup>  
Moisés Hamssés Sales de Souza <sup>4</sup>

### RESUMO

Este estudo possibilitou utilizar a plataforma e-Health para colher dados de sinais vitais, elaborando ferramentas para monitoramento e processamento remoto com finalidade de criar uma base dados que poderá ser utilizada por redes neurais artificiais para diagnosticar doenças e anomalias em tempo real, bem como realizar estudos sobre tecnologias aplicadas no monitoramento e processamento de sinais vitais; desenvolver ferramentas para aquisição de sinais vitais com a plataforma e-Health; criar uma base de dados com sinais saudáveis e patológicos além de treinar redes neurais artificiais para classificar estes sinais em tempo real. Para tanto, a metodologia adotada foi por meio de estudos dirigidos à literatura das áreas de engenharia biomédica, sistemas embarcados, Internet das Coisas, e biomedicina, procurando abordar a processos do corpo humano com a capacidade de sensoriamento e processamento em hardware, posteriormente ao estudo foi aplicado o conhecimento na plataforma e-Health aliadas com tecnologias recentes para construir uma base de dados de sinais saudáveis e patológicos. A base de dados conterá sinais de: eletrocardiogramas; pressão Arterial; respiração. Os dados obtidos passaram pelo processamento de um computador principal que poderá compactar os dados de forma segura para que não perca suas características além de emitir alertas em tempo real.

**Palavras-chave:** Plataforma, e-Health, Internet das coisas, sinais vitais.

### INTRODUÇÃO

A nova era tecnológica aponta para um novo ambiente de trabalho computacional que diferencia dos meios tradicionais. Um dos conceitos que ganhou bastante notoriedade, nos últimos anos é o da Internet das Coisas (IoT). Neste paradigma, muitas “coisas” estão conectadas à “internet” com softwares e sensores capazes de coletar, processar e armazenar informações de forma controlada e/ou autônoma. Isto abre uma série de oportunidades em diversas áreas da ciência, da qual destaca-se a biomedicina. Neste paradigma torna-se possível o monitoramento remoto de sinais vitais de pacientes via Internet [1].

<sup>1</sup> Mestre no Curso de Engenharia Mecânica na Universidade Federal da Paraíba – PB, elves.silva@icmoura.org;

<sup>2</sup> Graduado no Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amapá - AP, juan.pereira.silva@hotmail.com

<sup>3</sup> Pós graduando pelo curso de Engenharia de Controle e automação pelo Centro Universitário Estácio do Recife. Tecnólogo pelo Curso de Automação Industrial do Instituto Federal da Paraíba - PB, ricardo.ferreirada silva@yahoo.com.br;

<sup>4</sup> Mestrando pelo Curso de Elétrica - Processamento de Sinais da Instituto Federal da Paraíba - PB, moisesmasses@yahoo.com.br;

Figura 1 – Arduino Uno R3



Fonte: adaptado Google

Cada plataforma possui características distintas, que podem apresentar diferentes vantagens e desvantagens dependendo da aplicação. Em geral, as plataformas mais populares destacam-se por possuir a maior facilidade de utilização aliado ao menor custo. Com o avanço da infraestrutura de rede, vem-se adotando o velho paradigma do processamento central [2], o que torna a capacidade de processamento uma característica secundária.

A facilidade de uma plataforma está diretamente relacionada ao nível de abstração que ela consegue fornecer. Em geral, esta abstração está diretamente relacionada com os recursos físicos e virtuais da plataforma. Os recursos físicos mais representativos são os módulos, shields e pinos disponíveis. O recurso virtual mais representativo são as bibliotecas de software, que fornecem ao programador funcionalidades extras que agilizam o desenvolvimento do código-fonte. O Arduino, por exemplo, possui mais de 300 bibliotecas oficiais [3] e uma quantidade muito maior em repositórios não-oficiais.

Na área da Engenharia Biomédica, o número crescente de módulos para a aquisição de sinais vem permitindo uma maior difusão e evolução da área. Os módulos sensores mais simplórios destinavam-se a medir a frequência cardíaca, até módulos mais avançados que capturam sinais de eletrocardiograma (ECG) ou a taxa de oxigenação do sangue [4].

Essas informações podem ser usadas para monitorar em tempo real o estado de um paciente ou para obter dados confidenciais, a fim de serem posteriormente analisados para diagnóstico médico. As informações biométricas coletadas podem ser enviadas sem fio usando qualquer uma das seis opções de conectividade disponíveis: Wi-Fi, 3G, GPRS, Bluetooth, 802.15.4 e ZigBee, dependendo do aplicativo [5].

Os dados podem ser enviados para a nuvem para realizar armazenamento permanente ou visualizados em tempo real, enviando os dados diretamente para um laptop ou smartphone

por meio de aplicativos para iPhone e/ou Android. A Figura 5 ilustra o monitoramento dos sinais vitais de um paciente utilizando MySignals Hardware.

Figura 2 - Ilustração do monitoramento de sinais vitais de um paciente



Fonte: adaptado Google

Com a popularização das ferramentas da Engenharia Biomédica torna-se possível suprir antigas demandas de mercado com um menor custo e melhor eficácia. Pretende-se realizar a integralização dos recursos fornecidos pela plataforma e-Health com recursos de IoT permitindo desenvolver uma grande base de dados que poderá ser utilizado em redes neurais artificiais para auxiliar no monitoramento de pacientes.

## DESCRIÇÃO DA PLATAFORMA

A plataforma e-Health provê de um conjunto de sensores que permitem analisar sinais vitais de pacientes remotamente por meio do paradigma da internet das coisas. Apesar de apresentar um menor custo quando comparado com os equipamentos tradicionais faz-se necessário o acompanhamento em tempo real por um profissional da área de saúde. Em caso de uma anomalia nos sinais vitais pode ser necessário a intervenção humana em caráter de urgência. Por este motivo, torna-se importante criar uma base de dados dos sinais vitais saudáveis e patológicos para treinar uma rede neural artificial para auxiliar nesta classificação. A utilização dos kits do e-Health, recursos de Internet das Coisas, possibilitou a criação de uma base de dados para treinar uma rede neural artificial que auxiliará a classificar sinais vitais. Neste trabalho pretende-se dar foco a três deles, sendo estes: (i) Pressão Arterial; (ii) Eletrocardiograma; (iii) Respiração, (iiii) Temperatura.

## SINAIS VITAIS AVALIADOS

A Pressão Arterial relaciona-se com a pressão exercida pelo sangue nas paredes das artérias. O valor típico para este tipo de sinal é 120 mmHg para a pressão arterial sistólica (quando o coração se contrai) e 80 mmHg para a pressão arterial diastólica (quando o coração relaxa). Valores acima são classificados como hipertensão arterial, e valores muito abaixo são classificados como hipotensão arterial. Tanto a hipertensão como a hipotensão podem ser sintomas para doenças cardíacas, podendo ocasionar a morte se não tratadas.

O eletrocardiograma é o exame que monitora a atividade elétrica do coração. Este exame ajuda a identificar patologias como sopro no coração, arritmias e até o infarto. Para realizar este exame eletrodos são presos em diferentes posições do corpo que captam a atividade do coração e registram em um papel ou meio digital. Os dados obtidos foram uma onda conhecida como complexo QRS que se relacionam com os ciclos do coração.

A respiração é o processo de troca de gases do corpo com o ambiente. Neste processo são exalados gás carbônico e é inalado oxigênio. A troca de gases ocorre no pulmão, mas para isso precisam passar pelo nariz e/ou boca. Para medir a taxa e intensidade da respiração é utilizado um sensor de fluxo de ar nasal. Este dispositivo consiste de um fio flexível que se encaixa atrás das orelhas e um conjunto de dois pinos que são colocados nas narinas. A respiração é medida por essas pontas.

A temperatura do corporal do ser humano resulta do equilíbrio entre o calor produzido e o calor e o calor gasto pelo ser humano, sendo 38° C a temperatura média das pessoas. Essa variável pode ser monitorada através de termômetros, tendo bastante importância visto que muitas doenças são identificadas através de alterações significativa na temperatura do corpo.

## **SENSOR DE PRESSÃO**

O sensor de pressão arterial é facilmente adequado à microcontroladores por conta da saída I2C e que tenham há tensão de funcionamento com até 3,3 V, sua precisão é relativamente alta. Sua calibração e compensação é feita em ampla faixa de temperatura variando de 25 a 85°C, remetendo um erro geral baixo (TEB), traz excelente estabilidade a longo prazo devido a seus componentes eletrônicos de alta qualidade e boa confiabilidade no tocante desvio padrão, pois são alojados numa dupla camada de cerâmica, são facilmente montáveis sendo compactos e dotados de portas para conexão de metal para o alojamento do anel de vedação dos sensores. Os sensores AMS 5915 estão disponíveis para vários valores de pressão e de tipos específicos, variando de valores em mili bar até 10 bar. Abaixo segue foto do sensor, o sensor é facilmente adquirido pelo valor de \$49,54 via internet.

Figura 3 - Sensor de pressão



Fonte: adaptado Google

## SENSOR DO OXÍMETRO DE FREQUÊNCIA CARDÍACA

O MAX30100 é uma solução integrada de oximetria de pulso e sensor de frequência cardíaca. Ele combina dois LEDs, um detector de foto, óptica otimizada e processamento de sinal analógico de baixo ruído para detectar oximetria de pulso e sinais de frequência cardíaca. O MAX30100 opera a partir de fontes de alimentação de 1,8V e 3,3V e pode ser desligado por software. O modulo MAX, ao conectado será utilizado para monitorar parâmetros vitais como a frequência cardíaca e a concentração existente de oxigênio no sangue. O dispositivo é muito utilizado em pessoas que necessitam executar o monitoramento constante dos parâmetros citados por conta das limitações ocasionadas pelo estado de saúde, tais como: asma crônica ou insuficiência cardíaca congestiva. O sensor para ser utilizado nessa aplicação específica deve ter um chip dentro de uma placa breakout, integrada ao modulo Arduino Uno e um display de cristal líquido – LCD, para que se possa visualizar as medições em instante real. O chip atua como uma solução integrada de oximetria de pulso e sensor de frequência cardíaca. O sensor é muito usado também em projetos de pequena escala e na vertente de Bioinstrumentação. Abaixo segue foto do modulo, o sensor é facilmente adquirido pelo valor de \$10,29 via internet.

Figura 4 - Sensor do oxímetro de frequência cardíaca





Fonte: adaptado Google

## KIT PARA MEDIÇÃO ECG DE PULSO

O AD8232 é um módulo de condicionamento de sinal integrado para ECG e outras aplicações de medição biopotencial. É projetado para extrair, amplificar e filtrar pequenos sinais biopotenciais na presença de condições ruidosas, como as criadas por movimento ou posicionamento remoto do eletrodo. Este projeto permite um ultrabaixo conversor analógico-digital (ADC) de potência ou um microcontrolador para adquirir o sinal de saída facilmente. O módulo traz a opção se caso for necessário implementar um filtro passa-alta bipolar para eliminar artefatos de movimento e o potencial de meia-célula do eletrodo. Este filtro é fortemente acoplado à arquitetura de instrumentação do amplificador para permitir tanto ganho maior, filtrando em um único estágio, economizando espaço e custo computacional. Com um amplificador não tão sobrecarregado é possível desenvolver um filtro passa-baixa de três polos para remover ruído operacional. Com isso, oportunizando ao usuário selecionar em qual frequência de corte adequada os filtros devem trabalhar para atender diferentes tipos de aplicações do módulo para medição ECG.

Após uma mudança no sinal que trava o amplificador o AD8232 ajusta-se automaticamente a uma frequência de maior corte do filtro. Esse recurso, o auto-ajuste permite que o AD8232 recupere rapidamente, e, portanto, para tomar medidas válidas logo após conectados os eletrodos ao indivíduo. O AD8232 está disponível em um LFCSP de 20 mm de 4 mm × 4 mm pacote. O desempenho é especificado de 0 ° C a 70 ° C , e é operacional a partir de -40 ° C a + 85 ° C. Abaixo segue foto do módulo, o sensor é facilmente adquirido pelo valor de R\$ 98,29 via internet.

Figura 5 - Módulo AD8232



Fonte: adaptado Google

### **SENSOR DE TEMPERATURA IR MLX90614**

O Sensor de Umidade e Temperatura IR MLX90614 é um sensor considerado de alta precisão e simples em relação ao uso e manuseio por conta dos diversos aspectos seja devido as dimensões físicas praticamente do tamanho de uma moeda tendo dimensões exatamente de: 17 x 11,5 x 6 mm, capacidade em detectar temperatura corporal ou à de objetos por meio de infra vermelho sem contato físico, possui vários tipos de calibração configuráveis com Ranges específicos para cada aplicação, contém bibliotecas diversas no Arduino, sobretudo ele fornece a possibilidade de executar medições de temperatura efetuando leituras para objetos com valores de temperaturas variando entre -40° a 125° Celsius e temperaturas de objetos entre -70° a 380° Celsius trazendo uma precisão de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , robótica e programação, monitoramento de equipamentos de automação, muito usado para projetos em escolas de ensino voltado a eletrônica trazendo uma vertente muito ampla ao ensino aprendizagem possibilitando ao usuários mais variadas práticas de ensino conectando o sensor ao microcontrolador Arduino

O elemento sensor de temperatura IR MLX90614 contém uma característica muito versátil que o diferencia de alguns outros tipos de sensores, pois com o mesmo se é possível executar duas medições simultaneamente, para as conexões com o controlador utiliza somente 02 pinos, sendo alimentado com tensão de 5V e a comunicação com o microcontrolador é feita via interface I2C. As bibliotecas utilizadas são facilmente baixadas partindo do próprio Arduino na sua IDE, são as: LiquidCrystal I2C e Adafruit MLX90614

Figura 6 – sensor de temperatura



Fonte: adaptado Google

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi desenvolvido e apresentado nesse artigo o desenvolvimento de um protótipo experimental, dispondo de uma plataforma de medição de sinais vitais (pressão arterial, eletrocardiograma, respiração, temperatura corporal) de um determinado paciente. A solução apresentada envolveu uso de sensores e um Arduino do modelo UNO R3 que, aliados a uma programação eficiente e uma interface externa permitiram a redução de custos e com uma ótima funcionalidade. Portanto, foi observado a viabilidade de implantação do protótipo e os resultados de medição foram satisfatórios apresentando discrepâncias com medidores comerciais respectivamente para pressão arterial de 0,2%, durante as medições de frequência cardíaca foi constatado diferença de 0,8% do valor medido, já para o nível e oxímetria foi 1,6% e para valores de temperatura corporal a diferença foi de aproximadamente 0,1% o que nos remete a precisão eficaz do sensor.

## REFERÊNCIAS

- [1] O. Vermesan e P. Friess, Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems, Roma: River, 2013, p. 348.
- [2] M. Cascão, “Do mainframe viemos e a ele voltaremos,” Baguete, 19 Março 2014. [Online]. Available: <http://www.baguete.com.br/artigos/19/03/2014/do-mainframe-viemos-e-a-ele-voltaremos>. [Acesso em 2015 Novembro 2015].
- [3] BANZI, M., SHILOH, M. Getting Started with Arduino: The Open Source Electronics Prototyping Platform. 3rd Edition, Maker Media, USA – 2015.



[4] COOKING HACKS, “e-Health Sensor Platform V2.0 for Arduino and Raspberry Pi [Biometric / Medical Applications]”, 2018. Disponível em: <https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical> Acesso: 5 de outubro de 2018.

[5] Baker et al. "Internet of Things of Smarth Healthcare: Technologies, Challenges, and Oportunities, IEEE Transaction Magazine on Instrumentations, 2017