

Aplicativo Móvel de Monitoramento e Registro de Sinais Biomédicos

Luana Ribeiro Gomes¹, João Victor Bentes Soares², Jose Ruben Sicchar Vilchez³

^{1,2}Universidade do Estado do Amazonas / Escola Superior de Tecnologia – UEA/EST, Manaus, AM

³Dep. Controle e Automação – UEA/EST, Manaus, AM

luanaribeiro1206.lr@gmail.com, jbentessoares16@gmail.com, jvilchez@uea.edu.br

Resumo. O gradativo uso de smartphones aliado à elevada taxa de mortalidade das doenças cardiovasculares viabiliza o desenvolvimento de dispositivos móveis que constituem alternativas que podem auxiliar ricamente a prevenção e promoção dos cuidados à saúde. O estudo apresentado relata o desenvolvimento de um protótipo de monitoramento clínico remoto de sinais biomédicos vinculado a um aplicativo móvel para registro, atuando como suporte na supervisão de pacientes com possíveis quadros de doenças cardíacas e respiratórias. Visando agregar a telemedicina e medicina preventiva, os resultados obtidos inicialmente demonstram que o protótipo e software apresentam eficiência na captação, transmissão e classificação de dados, além de proporcionar maior comodidade e integração entre médico e paciente.

Abstract. The gradual use of smartphones coupled with the high mortality rate of cardiovascular diseases enables the development of mobile devices that are alternatives that can richly assist the prevention and promotion of health care. This study reports the development of a prototype for remote clinical monitoring of biomedical signals linked to a mobile application for registration, acting as support in the supervision of patients with possible heart and respiratory diseases. Aiming to aggregate telemedicine and preventive medicine, the results initially obtained demonstrate that the prototype and software present efficiency in the capture, transmission and classification of data, besides providing greater convenience and integration between doctor and patient.

Palavras-chave: Smartphones; Aplicativo; Monitoramento; Telemedicina.

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência da elevada taxa de mortalidade das doenças cardiovasculares no país, a área da cardiologia tem sido objeto de iniciativas, sejam elas de empresas privadas, sejam de universidades e órgãos governamentais. Paralelo a isso, cresce o uso da telemedicina no envio e na interpretação de eletrocardiogramas (ECG) (Baker, 2018).

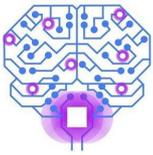
O crescimento é ainda maior na telemedicina assíncrona, em que se envia exames a um servidor para posterior análise e provimento de laudo por especialista. Sendo assim, uma tecnologia de baixo custo, com economia de tempo e com potencial de salvar vidas (Baker, 2018).

Essa metodologia de trabalho, quando associada a uma arquitetura computacional e de telecomunicações adequada, auxilia o médico no manejo agudo e crônico das afecções cardíacas. Dessa forma, observa-se a importância da telemedicina visto que o tempo de diagnóstico de problemas de saúde e o

tratamento destes diminui, aumentando consequentemente a eficácia dos serviços médicos, justificando o investimento nas tecnologias necessárias (Taylor, 2018).

Atualmente encontra-se o desenvolvimento de grandes sistemas de suporte ao monitoramento de pacientes em grande escala, em hospitais, usando sensoriamento biomédico para captura de saturação de oxigênio, pressão cardiovascular, temperatura e as imagens de pacientes, conformando um leque de recursos integrados de suporte ao diagnóstico médico sobre endemias, em especial o novo coronavírus (Javaid et al, 2021).

Diante disso, a proposta deste trabalho é desenvolver um aplicativo móvel que atue juntamente com um sistema de processamento integrado de dados, de testes cardiovasculares, e saturação sanguínea, para a classificação dos padrões de riscos por meio de biossensores mesclados à IoT, viabilizando um diagnóstico



clínico de anomalias registradas em pacientes locais e remotos, por um profissional da área da saúde.

2. METODOLOGIA

A metodologia elaborada para o desenvolvimento da proposta foi norteada pelo fluxograma, conforme figura 1. Posteriormente aos levantamentos bibliográficos, pesquisas exploratórias e prospecção de tecnologias existentes, o projeto foi subdividido em duas etapas principais:

- **Protótipo:** composto por dois biossensores: MAX30102 que auxilia monitoramento de frequência cardíaca e saturação e AD8232 que realiza o mapeamento da atividade elétrica do coração a partir da medição dos sinais de ECG com auxílio de três eletrodos alocados no corpo.
- **Aplicativo móvel:** *software* elaborado com uma programação em blocos, utilizando um eficiente banco de dados que atua no registro de informação de pacientes a partir dos dados condicionados do protótipo.

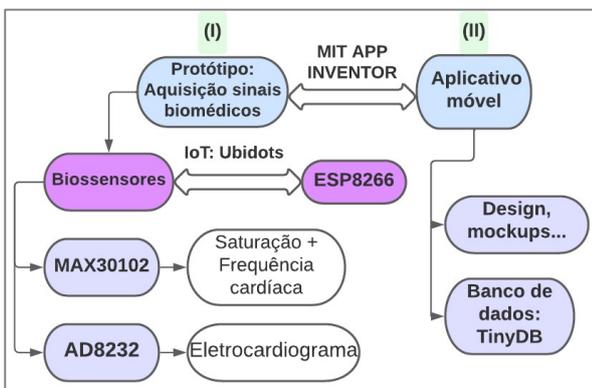


Figura 1. Fluxograma da metodologia adotada.

Após conexão dos sensores com NodeMCU ESP8266, a programação para funcionamento dos sensores e classificação dos valores lidos foi realizada no IDE do Arduino. Para aplicabilidade IoT foi utilizado o serviço *Ubidots*, plataforma que vincula *software* e *hardware* para monitoramento, e está relacionada com automatização de sistemas. A autenticação de dados foi realizada através de um *token* disponibilizado no site e inserido na programação juntamente com dados da rede Wi-Fi utilizada. Os dados lidos são apresentados em qualquer computador ou *smartphones* conectados à mesma rede de internet. O histórico de dados recebidos é armazenado juntamente com informações como local, data e hora.

Aplicativo móvel

O *software* teve como embasamento metodológico o Design Instrucional Contextualizado (DIC), método voltado para desenvolvimento de aplicações móveis, sobretudo na área da saúde, sua etapa de implementação acontece de maneira simultânea com as etapas de análise, possibilitando agregar novos estágios e maiores detalhes ao *software* (Barra et.al.,2018).

As etapas principais do DIC (análise, design, desenvolvimento, implementação e avaliação) são incorporadas a partir da ferramenta de programação em blocos MIP APP Inventor. Na figura 2 visualiza-se o *mockups* - design do aplicativo.

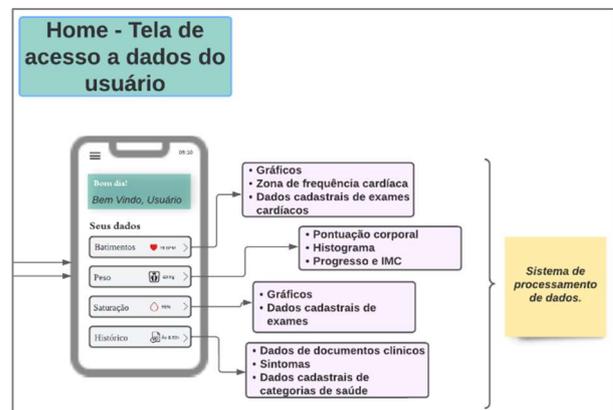
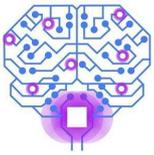


Figura 2. Fluxograma da metodologia adotada.

O MIT App Inventor possibilita que a aprendizagem de conceitos fundamentais de programação ocorra de forma significativa, uma vez que os mesmos são trabalhados de modo intuitivo e motivador, fornecendo a possibilidade de elaborar aplicativos para serem utilizados em dispositivos móveis (Filizola et al., 2014).

O ambiente do MIT App Inventor é composto de dois recursos principais que fazem parte de sua programação como o App Inventor Designer, uma janela executada no navegador na qual permite a construção da interface com o usuário da aplicação e o *BlocksEditor* onde é realizada as etapas de programação, representada pela união de blocos de instrução, onde cada peça apresenta estrutura e procedimentos, instruções e eventos (Filizola et al., 2014).

Na Figura 3 temos a programação de uma das interfaces do aplicativo que está sendo desenvolvido e testado para monitoramento. O aplicativo contém telas de cadastro e



armazenamento de dados como nome, e-mail, senhas e dados pessoais do usuário.

A combinação de blocos no *BlockEditor*, que substituem as linhas de código, pode ser feita por estruturas lógicas à medida que cada funcionalidade dos blocos é separada por cores como mostrado na figura 3. A programação desenvolvida pode ser analisada constantemente através da leitura de *QRcodes* em *smartphones* e posteriormente alterada à medida que novas modificações são realizadas.

Os dados são armazenados em bancos de dados, chamado de *TinyDB*, dentro da plataforma do MIT App Inventor, representado pela cor roxa. O *TinyDB* guarda as informações geradas através de listas e assim os dados ficam à disposição para serem usados em outras telas dentro do aplicativo.

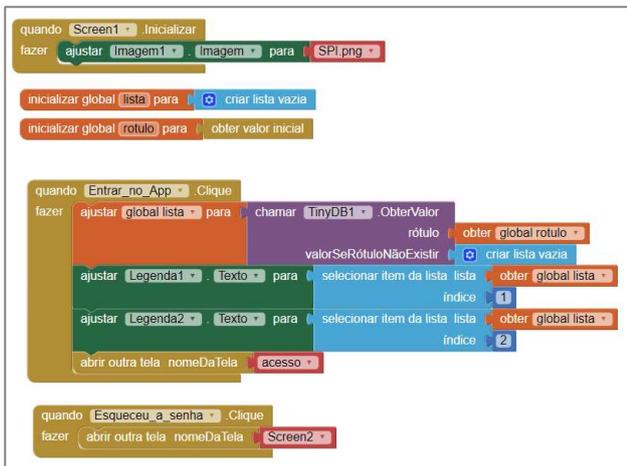


Figura 3. Programação em blocos MIT App Inventor.

3. RESULTADOS

O protótipo e o aplicativo móvel atenderam as funcionalidades a que foram sujeitos, apresentando coerência na transmissão e processamento de dados conforme figura 4.

O aplicativo móvel se apresenta como uma ferramenta capaz de auxiliar no gerenciamento, e armazenamento de dados pertinentes ao controle de dados cardiológicos e de oximetria. A aplicação desenvolvida possui uma interface prática e acessível.



Figura 4. Implementação do protótipo inicial.

Os testes com sensor MAX30102, que realiza leitura de oximetria e frequência cardíaca, apresentaram normalidade, porém uma das leituras apresentou classificação de hipoxemia leve e redução da frequência cardíaca, justificado por conta do mau posicionamento do dedo da paciente no sensor, ao receber devida orientação, a quarta leitura configurou-se de maneira normal.

Tabela 1 - Amostra de dados monitoramento de saturação.

Paciente 1	SpO2 (%)	BPM	Classificação
Amostra 1	98	71	Normal
Amostra 2	98	75	Normal
Amostra 3	94	64	Hipoxemia leve
Amostra 4	97	80	Normal
Amostra 5	98	83	Normal

Na fase de testes, alguns sinais de ECG apresentaram irregularidade e atraso de propagação visto nas amostras 1, 2 e 3. Na figura 5, o algoritmo final foi definido a partir da amostra 4, que possibilita uma classificação viável do ritmo cardíaco, apesar de resquícios de ruídos.

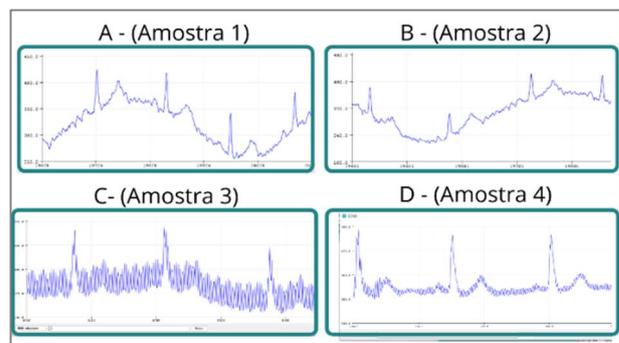
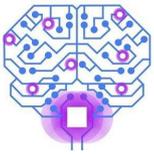


Figura 5. Formas de ondas captadas pelo sensor AD8232.



Uma das dificuldades encontradas na elaboração do protótipo foi a questão da conectividade dos sensores NodeMCU ESP8266 com Wi-Fi, sendo necessários testes empíricos e consecutivos, adição de novas bibliotecas na IDE do Arduino e constante reformulação da programação. A forma de onda captada pelo sensor AD8232 pode ser monitorada em qualquer lugar, pelo próprio usuário ou médico, usando um computador ou *smartphones* como apresentado na figura 6.

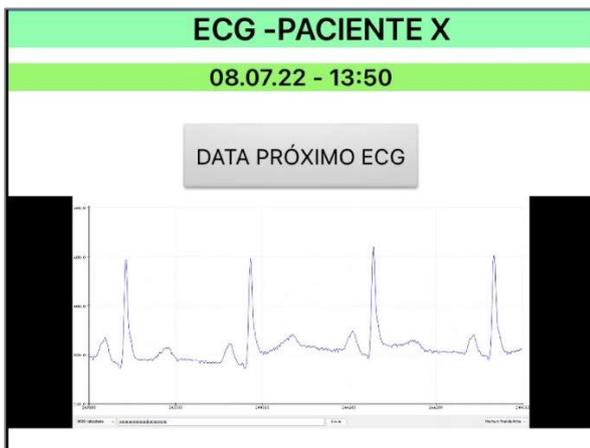


Figura 6. Eletrocardiograma (ECG) monitorado através de um *smartphone*.

5. CONCLUSÃO

Neste estudo, foi proposto um protótipo de monitoramento e classificação de quadros de doenças cardiovasculares e respiratórias adjunto a um *software* para identificação preventiva e encaminhamento para tratamento médico de pacientes. Os testes realizados tanto com o protótipo, quanto com *software* apresentam resultados promissores seja no mapeamento cardiovascular, na frequência cardíaca ou na saturação de pacientes.

A proposta apresenta viabilidade visto que implica na aplicabilidade de conceitos de instrumentação biomédica e IoT, permitindo visualização de dados em tempo real no *software*. Quanto a lançar o projeto como um produto ao mercado, são necessários aprimoramentos, principalmente no que tange a participação de profissionais de saúde para validação de confiabilidade do sistema.

Como trabalhos futuros sugere-se melhorar a estabilidade do eletrocardiograma, e comparar os resultados do protótipo com diagnóstico tradicional visando credibilizar dados biomédicos captados. Na tentativa de um melhor aproveitamento da interação

médico-paciente, são necessárias mudanças na interface do *software*, além de uma série de análises com todas as possibilidades de classificações endêmicas.

Na consolidação da próxima versão do protótipo, com dados validados por profissionais, o projeto deve ser submetido na Plataforma Brasil (PB) no comitê de ética 5016, visando registro dentro das diretrizes éticas e definição de amostra.

Agradecimentos

Os autores agradecem a universidade e FAPEAM por permitiram a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. BAKER, J., & STANLEY, A. (2018). Telemedicine technology: a review of services, equipment, and other aspects. *Current allergy and asthma reports*, Springer, 2018, 18(11), 1-8.
2. BARRA DCC, PAIM SMS, SASSO GTMD, COLLA GW. Métodos para desenvolvimento de aplicativos móveis em saúde: revisão integrativa da literatura. *Texto & Contexto - Enfermagem*. 2018 Jan 8;26(4).
3. FINIZOLA AB, RAPOSO EHS, PEREIRA MBPN, GOMES WS, ARAÚJO ALSO DE, SOUZA FVC. O ensino de programação para dispositivos móveis utilizando o MIT-App Inventor com alunos do ensino médio [Internet]. *sol.sbc.org.br*. SBC; 2014 [cited 2022 Sep 15]. p. 337-41. Available from: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16634/16475>
4. JAVAID, Mohd; KHAN, Ibrahim Haleem. Internet of Things (IoT) enabled healthcare helps to take the challenges of COVID-19 Pandemic. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, v. 11, n. 2, p. 209-214, 2021.
5. TAYLOR, Luisa; CAPLING, Heidi; PORTNOY, Jay M. Administering a telemedicine program. *Current allergy and asthma reports*, Springer, v. 18, n. 11, p. 1-7, 2018