

COMPARAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE BAIXO CUSTO NA AQUISIÇÃO DE SINAIS VITAIS

**Aline Machado Bessow Machado¹; Paulo Jefferson Dias de Oliveira Evald²;
Alessandro André Mainardi de Oliveira¹.**

RESUMO

O corpo humano dá uma variedade de sinais que ao serem capturados por equipamentos médicos podem ser codificados por profissionais da saúde e auxiliar no diagnóstico de doenças. Mas esses equipamentos geralmente são muito caro e inacessíveis a estudantes e para contornar esse problema tem sido lançado no mercado vários projetos de sensores de baixo custo que podem ser acopladas a plataformas open-source como o arduino. Apesar da quantidade enorme de projetos com esses sensores existem poucos estudos em relação a sua eficácia. Esse projeto buscou comparar quatro sensores e calcular a sua margem de erro com equipamentos certificado da anvisa. Os sensores foram Max30100 e Max30102 que medem o pulso e o nível de oxigênio do sangue, HW-827 que mede os batimentos cardíacos e o sensor MLX90614ESF que mede a temperatura. Enquanto os sensores de batimento cardíaco e oxigênio se demonstraram muito variáveis e portanto não ideais para a aplicação clínica o sensor MLX90614ESF se mostrou promissor para ser usado em futuras aplicações.

Palavras-chave: Arduino; Sensores; frequência cardíaca.

Eixo Temático: Iniciação Científica Junior.

1. INTRODUÇÃO

Voz, ondas cerebrais, batimentos cardíacos, o corpo humano está sempre dando uma variedade de sinais de que se corretamente processados podem nos dar informações sobre o estado interno do corpo. Esses sinais, também conhecidos como biosinais, podem ser capturados por equipamentos médicos e guardados em formato digital para posteriormente serem analisados por profissionais da área da saúde. É essencial que esses sinais sejam o mais fidedignos possível caso contrário podem levar a diagnósticos incorretos por parte dos médicos colocando a vida dos pacientes em risco (ALMEIDA, 1997; AQUINO; ALCÓCER; MEDEIROS, 2003).

Os sensores que capturam esses sinais geralmente têm um custo elevado, se fazendo inacessível para a maioria dos estudantes. Para contornar esse problema

tem sido lançado no mercado vários projetos de sensores de baixo custo, a maioria podendo ser acoplado ao Arduino, uma plataforma opensource que busca democratizar o acesso à tecnologia (ABOUT ARDUINO | ARDUINO, [s.d.]) .

Esses sensores têm sido usados em diversos projetos do âmbito acadêmico para a criação de sistemas de captura de sinais de baixo custo. Como o Max30102 que é um sensor integrado de pulso e oximetria da marca Multilaser HC261, apesar de pequeno ele é extremamente complexo, possuindo um filtro interno que cancela a luz e os barulhos externos (MAX30102--HIGH-SENSITIVITY PULSE OXIMETER AND HEART-RATE SENSOR FOR WEARABLE HEALTH, [s.d.]) . Na literatura pode-se encontrar diversos protótipos utilizando esse sensor, como um sistema voltados para monitorar a saúde de pessoas diabéticas, a detecção prematura do covid através da monitoramento do nível de oxigênios no sangue e a monitoramento de pacientes com problemas respiratórios (ABSTRACT et al., 2021; IMAD et al., 2022).

O Max30100 é a versão anterior do Max30102 produzido pelo mesmo fabricante com as mesmas funcionalidades, a diferença está que o Max30100 possui duas fontes de energia integrada, 1,8V e 3,3V e o Max30102 possui uma única fonte de 1,8V para o sistema e uma fonte de 3,3V separada para os LEDs interno (GENERAL DESCRIPTION, [s.d.]; MAX30102--HIGH-SENSITIVITY PULSE OXIMETER AND HEART-RATE SENSOR FOR WEARABLE HEALTH, [s.d.]). O Max30100 também foi sujeito a diversos trabalhos acadêmicos como a criação de um sistema de capturas de sinais cardíacos por wifi, sendo possível através da junção do sensor com um *chip* designado para aplicações bluetooth(ONUBEZE, [s.d.]).

O sensor HW-827 é fabricado pela *World Famous Electronics llc*, esse sensor foi projetado especificamente para o arduino com o objetivo de medir o pulso. É composto por um LED que imite uma luz e um sistema de detecção de luz semelhante ao que existe nos celulares, de acordo com a luz refletida pelo dedo ou orelha é possível medir a frequência cardíaca do indivíduo (FAQ – WORLD FAMOUS ELECTRONICS LLC., [s.d.])(PULSE SENSOR GETTING STARTED GUIDE, [s.d.]). Acoplado com um sensor de temperatura esse sensor foi utilizado para a criação de um sistema de detecção de derrame(PALMA et al., [s.d.]), também foi criado um

sistema de captura de pulso com o objetivo de medir a frequência cardíaca de atletas (IRAWAN; FERNANDO; WAHYUNI, 2019).

O sensor MLX90614ESF é um sensor que busca medir a temperatura por infravermelho produzido pela empresa Melexis. Ele foi produzido tanto para medir a temperatura de objetos e monitorar a temperatura da residência como para medir a temperatura corporal de seres humanos e animais (MLX90614 DATASHEET, 2006). Utilizando-se esse sistema já foi criado um sistema de monitoramento da temperatura de pacientes (BOONSONG; SENAJIT; PRASONGCHAN, 2022), e um portão acionado pela temperatura corporal com o objetivo de manter o distanciamento social durante o COVID-19 (ALCORAN-ALVAREZ et al., 2020).

Apesar de serem lançados no mercado existe pouca literatura testando a eficácia desses sensores. Eles não passaram por nenhuma agência regulamentadora como Anvisa, tendo apenas a palavra dos seus criadores em relação a sua precisão. Esse projeto buscou avaliar a precisão dos sensores Max30100, Max30102, HW-827 e MLX90614ESF para serem usados em projetos futuros.

2. METODOLOGIA

Nesse trabalho foram utilizados os sensores Max30100, Max30102, HW-827 e MLX90614ESF. Foi montado quatro sistemas simples de aquisição de dados utilizando a plataforma eletrônica Funduino Uno conforme a figura 1. Antes de serem conectados na protoboar precisou serem soldados os pinos de conexão nos sensores, foi utilizado uma protoboard de 170 furos para os sensores Max30102, HW-827 e MLX90614ESF, e para o sensor Max30100 foi utilizada uma protoboard de 400 furos.

Para a conexão da protoboard ao Funduino foram utilizados fios eletrônicos do tipo machoxmacho. E para conectar o Arduino no computador foi utilizado um cabo USB AB. Para a leitura dos dados foi utilizado o aplicativo Arduino-1.8.19-windows.exe.

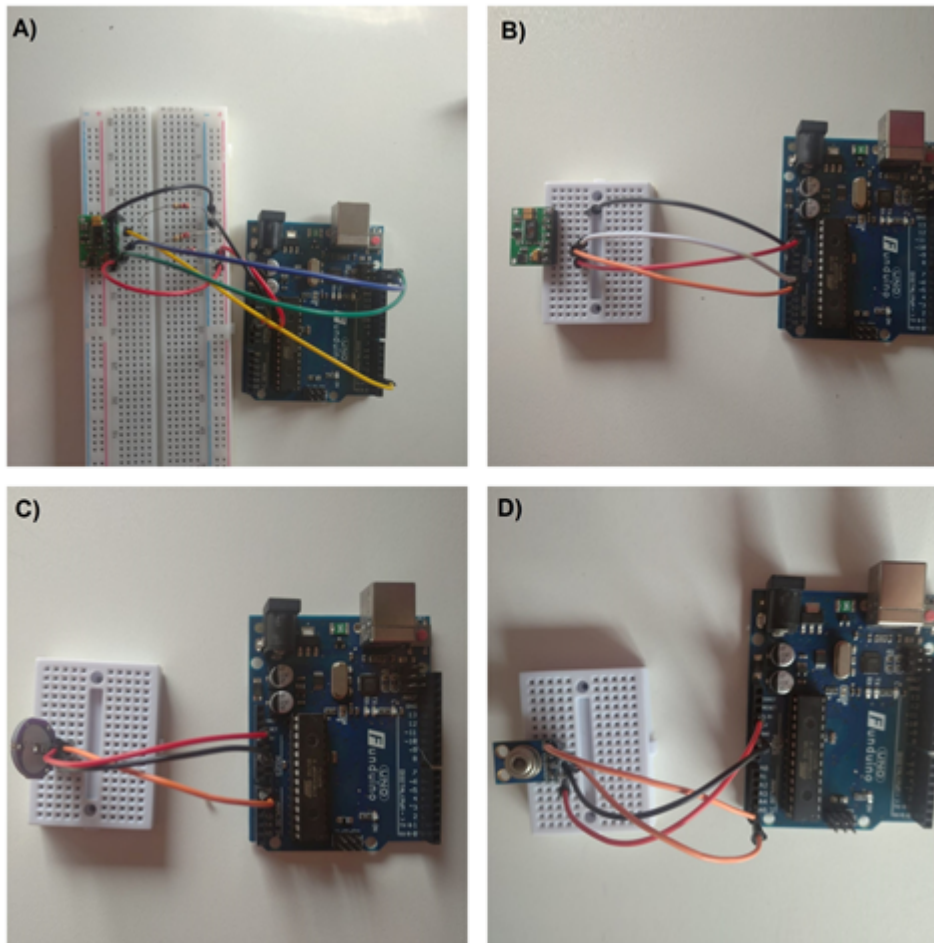


FIGURA 1: Sistemas de captura de dados, A) Max30100, B) Max30102; C) HW-827; D) MLX90614ESF.

Para as medições foram selecionadas pessoas que não apresentavam um histórico previo de problemas cardíacos. Nenhum critério em relação a idade ou sexo foi colocado na escolha dos participantes.

Para os sensores Max30100, Max30102 foram feitas 10 medidas medindo o nível de oxigenio do sangue e 10 medidas medindo o pulso do paciente e o erro foi calculado de acordo com a formula 1. Para o sensor HW-827 foram feitas 5 medidas do pulso utilizando o dedo e a margem de erro foi calculada utilizando-se da mesma formula. As medidas obtidas foram comparadas com aparelhos que possuem certificação da anvisa em relação a sua precisão.

$$erro = \left| \frac{\text{medição sensor} - \text{medição anvisa}}{\text{medição anvisa}} \right| \times 100 \quad (1)$$

O sensor MLX90614ESF feito 10 medidas em diferentes partes do corpo e em diferentes horários do dia e as medidas foram comparadas com um termômetro próprio para medir a temperatura corporal. Também foi feita a medidas com objetos e os resultados foi comparado com outro termômetro infravermelho certificado pela Anvisa.

2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 1 mostra a maior e a menor margem de erro obtida das medições dos sensores Max30100, Max30102 e HW-827. Devido a grande taxa de variância os sensores não se mostraram confiáveis para medir a saturação de oxigênio do sangue e os batimentos cardíacos em uma aplicação clínica.

Sensor	Menor Erro	Maior Erro
Max301000	0%	4%
Max30102 0	0%	4%
Max30100 Pulso	0%	17%
Max30102 Pulso	5%	140%
HW-827	14%	80%

Já o sensor MLX90614ESF e mostrou extremamente preciso para aferir a temperatura de diversos objetos, possuindo pouca ou nenhuma diferença entre a temperatura capturada no sensor e a temperatura medida pelo aparelho qualificado pela Anvisa. Porém ao medir a temperatura corporal, o MLX90614ESF apresentou um erro médio de 2° C. Foi verificado que os termômetros comerciais possuem uma regulagem para mudar a temperatura de objetos, ou temperatura em pessoas.

Tal mudança ocorre pois a temperatura de uma região do corpo não é necessariamente a temperatura do corpo, as extremidades por exemplo devido ao fluxo sanguíneo são mais frias que o resto do corpo e essa diferença tem que ser levada em consideração durante a medição.

3. CONCLUSÃO

Os sensores Max30100, Max30102 e HW-827 não se mostraram preciso, um motivo que explicaria a falta de precisão é que os sensores fabricados pela anvisa possuem mecanismo externos controlando a pressão adequada que a pele varia com o sensor. A falta desse mecanismo explicaria a variabilidade dos resultados.

Outro fator que deve ser levado em consideração na hora de explicar a grande margem de erro na medição é a falta de armazenamento adequado, esses sensores ficam expostos a luz e a umidade o que pode prejudicar a sua precisão. Em particular o sensor HW-827 que é recomendado pelo fabricante que se faça uma camada protetora com cola quente para proteger do meio, o que não foi feito por quem estava utilizando-o prior o começo desse projeto.

Já o sensor MLX90614ESF apesar de ter demonstrado variância acredita-se que com regulagem possa ser realizada via software poderá medir a temperatura corporal humana de uma maneira precisa. O que será investigado nos próximos passos deste estudo

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a UFRN pela Bolsa e aos meus professores Alessandro e Paulo pela oportunidade, paciência e por terem me guiado nesse projeto.

REFERÊNCIAS

About Arduino | Arduino. [s.d.]. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/about>. Acesso em: 22 maio. 2022.

ABSTRACT, Extended; CONTARDI, Uriel Abe; MORIKAWA, Mateus; BRUNELLI, Bruno; THOMAZ, Douglas Vieira. MAX30102 photometric biosensor coupled to ESP32-webserver capabilities for continuous point of care oxygen saturation and heartrate monitoring †. [S. l.], p. 1–5, 2021.

ALCORAN-ALVAREZ, Giselle Ann; GARCIA, Marc Brian; ALVAREZ, Dave U.; GISELLE, Assist; ALCORAN ALVAREZ, Ann; UNABIA ALVAREZ, Dave. Automated Social Distancing Gate with Non-Contact Body Temperature Monitoring Using Arduino Uno. [S. l.], 2020. ISSN: 2395-0056. Disponível em: www.irjet.net. Acesso em: 30 set. 2022.

ALMEIDA, M. A. F. Filtragem digital de sinais Biomédicos. **Universidade Federal de**

Santa Catarina (UFSC), [S. l.], 1997.

AQUINO, Francisco José Alves De; ALCÓCER, Juan Carlos Alvarado; MEDEIROS, Fátima Nelsizeuma Sombra De. Aplicação de filtros digitais tipo FIR a sinais biométricos. [S. l.], n. December 2008, 2003. ISSN: 2318-0730.

BOONSONG, Wasana; SENAJIT, Narongrit; PRASONGCHAN, Piya. Contactless Body Temperature Monitoring of In-Patient Department (IPD) Using 2.4 GHz Microwave Frequency via the Internet of Things (IoT) Network. **Wireless Personal Communications**, [S. l.], v. 124, n. 3, p. 1961, 2022. ISSN: 1572834X. DOI: 10.1007/S11277-021-09438-4. Disponível em: /pmc/articles/PMC8628136/. Acesso em: 30 set. 2022.

FAQ – World Famous Electronics Ilc. [s.d.]. Disponível em:

<https://pulsesensor.com/pages/faq>. Acesso em: 22 maio. 2022.

General Description. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: www.maximintegrated.com. Acesso em: 29 set. 2022.

IMAD, Abdulrahman; MALIK, Noreha Abdul; HAMIDA, Belal Ahmed; HONG SENG, Gan Hong; KHAN, Sheroz. Acoustic Photometry of Biomedical Parameters for Association with Diabetes and Covid-19. **Emerging Science Journal**, [S. l.], v. 6, p. 42–56, 2022. ISSN: 26109182. DOI: 10.28991/esj-2022-sper-04.

IRAWAN, Yuda; FERNANDO, Yunior; WAHYUNI, Refni. Detecting Heart Rate Using Pulse Sensor As Alternative Knowing Heart Condition. **Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 30–42, 2019. ISSN: 2715-6087. DOI: 10.37385/jaets.v1i1.16.

MAX30102--High-Sensitivity Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor for Wearable Health. [s.d.]. Disponível em: www.maximintegrated.com. Acesso em: 29 set. 2022.

MLX90614 DataSheet. [S. l.], 2006. ISBN: 3901090614.

ONUBEZE, Augustine. **Developing a Wireless Heart Rate Monitor with MAX30100 and nRF51822.** [s.d.]. [S. l.], [s.d.].

PALMA, Oscar Antonio; CEBALLOS, Martha Rocio; REYES, Vicente; BASTO, Carolina. Heat stroke detection system based in IoT. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://sci-hub.se/10.1109/ETCM.2017.8247509>. Acesso em: 29 set. 2022.

Pulse Sensor Getting Started Guide. [S. l.], [s.d.].