



PROTÓTIPO PARA MONITORAMENTO DE REFRIGERAÇÃO DE VACINAS BASEADO NA INTERNET DAS COISAS

Dayane N. M. FERREIRA¹; Emily M. FERREIRA²; Sabrina S. SOUZA³; Matheus E. FRANCO⁴;

RESUMO

A imunização por meio de vacinas é essencial para proteger a saúde individual, prevenir doenças e controlar epidemias, mas requer altos cuidados na armazenagem. Incidentes de perda de vacinas devido à falta de monitoramento de temperatura têm ocorrido. Este trabalho teve por objetivo o estudo e desenvolvimento de um protótipo de monitoramento de baixo custo e fácil acesso, utilizando o NodeMCU e um sensor de temperatura. Essa solução tecnológica pode auxiliar na preservação das vacinas, evitando desperdícios e garantindo a eficácia da imunização.

Palavras-chave: Imunização; Informática na saúde; NodeMCU.

1. INTRODUÇÃO

A imunização por meio de vacinas é uma das conquistas mais significativas da medicina moderna, contribuindo para a erradicação e o controle de várias doenças ao redor do mundo. Nesse contexto, é imprescindível reconhecer o papel da tecnologia na preservação da eficácia desses imunizantes. Este trabalho busca não apenas abordar os desafios enfrentados na refrigeração de vacinas, mas também destacar as soluções tecnológicas que estão sendo implementadas para enfrentar esses desafios.

Patine (2021) aponta que por ser produtos termolábeis é de grande importância o controle das temperaturas, pois a eficácia e a integridade das vacinas dependem diretamente de sua correta armazenagem e refrigeração. Segundo Cardoso et al (2017), os imunobiológicos precisam ser mantidos em determinada temperatura para garantir a eficácia. Para isso existe o Programa Nacional de Imunizações (PNI) estabelecido pelo Ministério da Saúde em 1973. Com o objetivo de garantir a conservação adequada por meio de um sistema logístico conhecido como Rede de Frio, que possui suas leis de conservação nos períodos de recebimento, armazenamento e transporte das vacinas, garantindo que as imunogênicas sejam mantidas de forma adequada ao longo de todo o percurso.

Conforme o Programa Nacional de Imunizações (PNI) diz, a segurança no armazenamento é fundamental, mas a falta de um sistema de monitoramento tem levado a incidentes ao redor do mundo, incluindo o Brasil. Em diversos casos ocorreram perdas de imunizantes devido a queda de temperatura não detectada, como no Guarujá-SP, seis mil doses estragaram pois criminosos

¹ Discente, IFSULDEMINAS – Campus Machado. E-mail: dayane.nubia:@alunos.ifsuldeminas.edu.br

² Discente, IFSULDEMINAS – Campus Machado. E-mail: emily.ferreira@alunos.ifsuldeminas.edu.br

³ Discente, IFSULDEMINAS – Campus Machado. E-mail: sabrina.souza:@alunos.ifsuldeminas.edu.br

⁴ Orientador, IFSULDEMINAS – Campus Machado. E-mail: matheus.franco@ifsuldeminas.edu.br

furtaram os fios elétricos da rua e a UBS⁵ ficou sem energia (G1 SANTOS E REGIÃO, 2018), e recentemente ocorreu um incidente no Instituto Politécnico de Rensselaer, em Nova York, um faxineiro desligou o freezer o qual guardava culturas de células e outras amostras de estudos, alguns com vinte e cinco anos de pesquisas, os quais foram perdidos (CNN BRASIL, 2023) . Isso demonstra a importância de haver aplicações que notifiquem os responsáveis sobre a alteração de temperatura das substâncias.

Desta forma, este trabalho apresenta um protótipo baseado na plataforma NodeMCU, juntamente com sensores que monitoram a temperatura das vacinas. O destaque deste sistema é sua autonomia, uma vez que é alimentado por baterias recarregáveis que não dependem da alimentação elétrica tradicional. Além disso, os dados coletados pelo protótipo são armazenados em uma nuvem IoT⁶, acessíveis por meio de um aplicativo dedicado. Esse aplicativo notificará instantaneamente os responsáveis em caso de variações fora dos limites estabelecidos, garantindo assim um controle contínuo e confiável da temperatura das vacinas, independentemente das condições de energia no local.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho se baseia em uma abordagem qualitativa experimental, para o desenvolvimento do protótipo utilizou-se componentes eletrônicos para coleta e processamento dos dados (Figura 1). A placa utilizada foi a NodeMCU⁷ ESP8266, com o intuito de captar os dados do sensor e processá-los. Para garantir a autonomia do sistema, além da alimentação por rede elétrica, o sistema faz uso de baterias recarregáveis do tipo "powerbank", que proporcionam um fornecimento constante de energia, independentemente das condições elétricas do local. Esta escolha contribui para a confiabilidade do monitoramento em situações de falta de energia elétrica.



Figura 1- A) nodeMCU B) display LCD C) jumpers D) sensor de temperatura MAX6675

Fonte: Elaborado pelo autor

⁵ Unidade Básica de Saúde

⁶ Internet das Coisas

⁷ Uma placa de desenvolvimento baseada no microcontrolador ESP8266, que possui conectividade Wi-Fi integrada.

Além disso, para a coleta de dados de temperatura, foi utilizado um sensor de temperatura do tipo termopar tipo K, que foi conectado a um amplificador MAX6675. Para facilitar a visualização da temperatura no refrigerador, incorporou-se um display LCD 16x2 com interface I2C ao protótipo. Este conjunto de sensores detecta variações de temperatura e as converte em graus Celsius. Os dados coletados são então transmitidos e armazenados em uma aplicação baseada na nuvem IoT Thingspeak, e integrando ela com o twitter, ocorrerá publicações automaticamente informando sobre a mudança de temperatura e também pode enviar um e-mail para os responsáveis, através do gmail.

Foi desenvolvido um aplicativo na plataforma Android Studio, que consome os dados da nuvem e emite notificações, e o desenvolvimento deste projeto abrangeu um período de 4 meses, durante os quais o protótipo passou por várias fases de testes para garantir sua eficácia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo desenvolvido (Figura 2) permite a identificação do momento em que ocorre uma queda ou elevação na temperatura, seja pelo monitoramento ou por notificação.

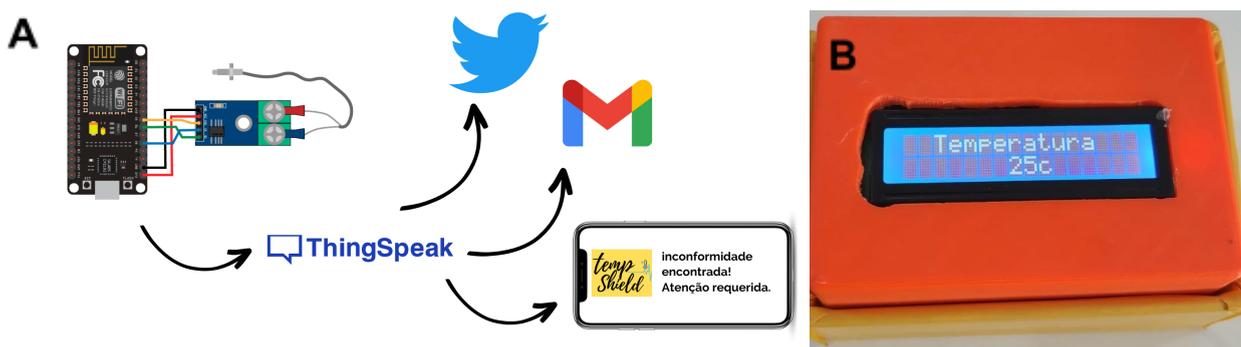


Figura 2 – A) Diagrama de funcionamento B) Protótipo desenvolvido com sensor MAX6645

Fonte: Elaborado pelo autor

O aplicativo em desenvolvimento (Figura 3) permite a inserção do *endpoint* do serviço de dados em nuvem, permitindo o monitoramento do estado da refrigeração.



Figura 3: A) Notificação gerado pelo aplicativo após alteração do sensor B) Visualização do aplicativo

Fonte: Elaborado pelo autor

A implementação do protótipo demonstrou ser uma solução de baixo custo, com um custo

total inferior a R\$120,00. Essa abordagem econômica oferece resultados satisfatórios para os objetivos propostos, podendo evitar gastos desnecessários com vacinas que se deterioram devido a acidentes ou falhas no armazenamento e conseqüentemente salvar vidas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo, embora ainda em desenvolvimento, demonstrou as funcionalidades dos recursos tecnológicos para monitorar vacinas. É fundamental destacar que não se trata de um dispositivo médico, mas sim de uma solução de baixo custo para preservar a eficácia das vacinas e evitar perdas. Os discentes, que inicialmente não possuíam amplo conhecimento em desenvolvimento de aplicativos, enfrentaram um desafio durante o projeto. Diante desse obstáculo, buscaram auxílio em estudos independentes e contaram com a orientação de professores especializados na área. A tecnologia oferece acesso em tempo real e alertas, contribuindo para a segurança no armazenamento das vacinas e, conseqüentemente, para a saúde pública.

5. AGRADECIMENTOS

Ao IFSULDEMINAS pelo apoio concedido, ao projeto LIBERTA MINAS e ao projeto Santos Dumont da FAPEMIG pelo fomento para aquisição de componentes e bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, André Silva et al. 8. Gestão da rede de frio de imunobiológicos. **Rede de frio**, p. 175, 2017.

CNN Brasil. **Zelador desliga freezer após ouvir alarmes irritantes e universidade dos EUA perde 20 anos de pesquisas**. CNN Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/zelador-desliga-freezer-apos-ouvir-alarmes-irritantes-e-universidade-dos-eua-perde-20-anos-de-pesquisas/>. Acesso em: 28 de junho de 2023.

G1 Santos e Região. **Mais de 6000 vacinas estragam por falta de refrigeração após furto em Guarujá-SP**. G1, 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/mais-saude/noticia/mais-de-500-vacinas-estragam-por-falta-d-e-refrigeracao-apos-furto-em-guaruja-sp.ghtml>. Acesso em: 14 de junho de 2023.

PATINE, Flávia dos Santos et al. Análise da perda de vacinas por alteração de temperatura. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 74, 2021.